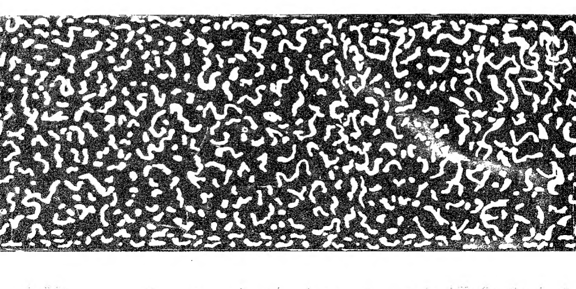
فلسفة العلوم الطبيعية



تأليف

كارل همبل

ترجمة وتعليق

الدكتور جلال محمد موسى

مدرس الفلسفة بكلية آداب المنيا

دار الكتاب المصري
ص. ب ١٥٦ القاهرة

دار الكتاب اللبناني
ص. ب ٣١٧٦ بيروت



فلسفة العلوم الطبيعية

تأليف

كارل همبل

ترجمة وتعليق

الدكتور جلال محمد موسى

مدرس الفلسفة بكلية آداب المنيا

تقديم

الدكتور محمد على أبو ريان

رئيس قسم الدراسات الفلسفية والاجتماعية
بكلية الآداب — جامعة الإسكندرية

١٩٧٦

الناشر

دار الكتاب المصرى
ص.ب ١٥٦ القاهرة

دار الكتاب اللبنانى
ص.ب ٣١٧٦ بيروت

الطبعة الأولى ١٩٧٦

جميع الحقوق محفوظة للناشر

إهداء

إلى زوجتي وابني

اعترافاً وتقديراً



مقدمة المؤلف

يقدم هذا الكتاب إلماحة إلى بعض الموضوعات الرئيسية فى المناهج المعاصرة وفلسفة العلوم الطبيعية . ولكى أفى بمقتضيات المساحة المتـــاحة تناولت عدداً محدودا من الموضوعات الهامة بشىء من التفصيل أحرى من محاولة القيام بمسح شامل لمدى واسع من الموضوعات . وعلى الرغم من أن هذا الكتاب أولى فى طابعه إلا أننى نشدت تجنب التبسيط المضلل. وأشرت إلى العديد من الموضوعات التى لم تجد حلا من بين موضوعات البحث والمناقشة الجاريين . القراء الذين يرغبون فى تحرى المسائل موضع البحث هنا بتمام أكثر . أو فى التعرف بأنفسهم على غيرها من المجالات المشكلة فى فلسفة العلم يجدون مقترحات بمزيد الاطلاع فى القــــائمة المختصرة المثبتة فى خاتمة الكتاب .

إن جزءا أساسيا من هذا الكتاب تم سنة ١٩٦٤ وفى الشهور الأخيرة من السنة التى قضيتها كزميل فى مركز الدراسات المتقدمة فى العلوم السلوكية . وإنى لأشعر بالسعادة فى التعبير عن تقديرى لهذه المناسبة .

وأخيرا أبعث بشكرى إلى محررى هـذه السلسلة اليزابيث ومونرو بيردزلى لنصائحهم القيمة وإلى جيروم نيو لمساعدته المثمرة فى قراءة البراهين وإعداد الفهرست .



تقديم الاستاذ الدكتور

محمد على أبو ريان

رئيس قسم الدراسات الفلسفية والاجتماعية

كلية الآداب — جامعة الإسكندرية

اطلعت منذ البداية على بعض المؤلفات فى سلسلة « أسس الفلسفة » للأخوين اليزابيث ومونرو بيردزلى ورأيت أنها كادت أن تحيط بفروع المعرفة . فقد دبجتها أقلام الصفوة الممتازة من العلماء والفلاسفة المعاصرين ولكننى أشفقت حقا على مترجم الكتاب من الإقدام على هذا العمل لما يحتويه مؤلف همبل من صعوبات فنية ولغوية . فما لا شك فيه أن المؤلف من أقطاب الوضعية المنطقية وممن يتصدرون قائمة المشتغلين بالمنطق وفلسفة العلوم المعاصرة .

لقد ناقش فى كتابه الأسس الصورية لصياغة التصورات فى العلوم الامبريقية وأخذ بوجهة النظر القائلة بالتحليل المنطقى لألفاظ اللغة . لقد حدد للبحث العلمى حدودا لا يتجاوزها أجملها فى مصطلحى الاختراع

والاختبار للفروض العلمية ولذلك دارت دراسته بجملها حول منهج الفروض .

وخصص فصلا من فصول كتابه الثمانية لاختبار الفروض من حيث منطقها وقوتها التفسيرية . فجعل الاختبارات تجريبية وغير تجريبية وحاسمة وعينية ومقبولة . ولما كانت قضية التأييد والتفنيد للفروض هامة فى البحث العلمى أخذ يناقش دور البينات والشواهد الإيجابية والسالبة . ولم يكتف بذلك بل جعل لتنوع البينات وكمها دورا فى مجال الصدق والكذب التجريبيين . ولما كان الفرض أخصب أجزاء المنهج العلمى ودوره فى التفسير لا ينكر أفاض المؤلف القول فى التفسيرات وأنواعها ودور القوانين والنظريات العلمية فى مجال التفسير ولم يجد فارقا بين الصورة المنطقية للتفسير والتنبؤ والاختبار إلا من حيث موقفنا نحن من هذه الصورة . وفى هذا الصدد عرج المؤلف على المشكلات الراهنة فى مجال المناهج فأثار قضية رد علم الأحياء إلى علم الفيزياء والكيمياء . وكذلك قضية رد علم النفس إلى علم وظائف الأعضاء. وأورد المؤلف فى خاتمة كتابه نماذج ممثلة للمجانسات المنطقية والمنهجية القائمة بين العلوم الطبيعية والاجتماعية .

ونظرا لأن مشكلات العلوم الاجتماعية يعالجها مجلد آخر ضمن مجلدات هذه السلسلة «أسس الفلسفة» لم يشأ المؤلف تفصيلا للمسائل الخاصة بالقابلية للرد فيما يتعلق بالعلوم الاجتماعية . لقد شرع مترجم الكتاب فعلا فى إعداد

المجلد الخاص بفلسفة العلوم الاجتماعية لمؤلفه ريتشارد راندر للطبع . وهو الآن بصدد الانتهاء من ترجمة « فلسفة الرياضيات » لمؤلفه ستيفن باركر ضمن هذه السلسلة ليسد بذلك فراغا فى المكتبة العربية فما أحوجنا إلى الترجمات فى هذا المجال بالذات (فلسفة العلوم) للانطلاق فى مرحلة مقبلة إلى المؤلفات المستقلة .

د. محمد على أبو ريان



مقدمة الناشر

ان الكثير من مشكلات الفلسفة وثيق الصلة باهتمامات الانسان إلى حد أن امتداداتها المعقدة تظل ماثلة فى الحاضر دوماً بصورة أو بأخرى. ورغم أن هذه المشكلات تظل على مجرى الزمن مرتبطة بالبحث الفلسفى إلا أنها قد تكون بحاجة إلى أن تكون موضوعاً للفكر فى كل عصر على ضوء معرفة هذا العصر العلمية الواسعة وخبرته الأخلاقية والدينية العميقة. وربما أمكن الوصول إلى حلول أفضل عن طريق مناهج أكثر دقة وصرامة. ومن ثم فإن على المرء الذى — يحاول الاقتراب من دراسة الفلسفة على أمل أن يفهم أفضل ما يمكن أن تقدمه الفلسفة ينبغى عليه أن يبحث عن النتائج الأساسية والمنجزات المعاصرة للعلم معاً. تهدف سلسلة «أسس الفلسفة» التى دبجت بأقلام صفوة ممتازة من الفلاسفة إلى أن تعرض بعضاً من المشكلات الرئيسية فى مختلف ميادين الفلسفة كما تبدو فى المرحلة الراهنة من تاريخ الفلسفة. وبينما يميل البعض إلى عرض مجالات معينة للفلسفة فى معظم كتب المقدمات الفلسفية فإننا نجد مناهج الدراسة تختلف فى معاهد الدراسة اختلافا واسعاً فى التأكيد على أهمية بعض هذه المجالات دون غيرها وكذلك تختلف فى منهج التعليم وفى معدل التقدم فى الدراسة. ولا بد للمعلم من أن تكون له حرية التغيير فى طريقة ترتيب دروسه وفقاً لاهتماماته الفلسفية

وبحسب أحجام الفصول وترتيبها وكذلك لأن مطالب طلابه تختلف من سنة إلى أخرى . وهذه المجموعة التى تتألف من ثلاثة عشر كتابا فى سلسلة أسس الفلسفة إنما تمد المعلم بمادة مرنة بطريقة جديدة . وهو بدوره يمكن له أن يضع كتابه المدرسى بالتأليف بين عدة أجزاء منها حسبما يتراءى له . ويمكن له أيضاً أن يختار تأليفات مختلفة منها فى مراحل مختلفة . وبينما نجد أن كل كتاب فى هذه المجموعة مكتمل فى ذاته إلا أنه مكمل للآخرين . وتلك الأجزاء التى لا تستخدم فى دروس المقدمات الفلسفية ستظهر قيمتهـــاهى والنصوص الأخرى أو مختـارات — للقراء فى مستويات الدروس العليـا الأكثر تخصصاً فى الفلسفة .

الفهرس

الموضوع	الصفحة

الموضوع	الصفحة



١ - نطاق وهدف الكتاب :

يمكن أن تنقسم الفروع المختلفة للبحث العلمى إلى مجموعتين رئيسيتين : العلوم الامبريقية ومجموعة العلوم غير الامبريقية — الأولى تسعى نحو الكشف والوصف والتفسير والتنبؤ بالحوادث فى العالم الذى نعيش فيه ولذلك لا بد من فحص قضاياها بمقابلتها بوقائع من خبرتنا تكون مقبولة فقط إذا أيدتها بينة من البينات تأييداً صحيحاً ويمكن الحصول على مثل هذه البينات بطرق مختلفة . بالتجربة ، بالملاحظة المنهجية المنظمة ، بالمقابلات أو المسوح ، بالاختيار الفسيولوجى والا كلينيكى ، بالفحص الدقيق الوثائق والنقوش والكتابات والمخلفات الأثرية بوجه عام .

هذا الاعتماد على البينة يميز العلوم الامبريقية من المباحث غير الامبريقية فى المنطق والرياضيات البحتة . تلك التى تثبت قضاياها دون إشارة ضرورية إلى نتائج تجريبية .

والعلوم الامبريقية تنقسم بدورها إلى العلوم الطبيعية والعلوم الاجتماعية . معيار هذا التقسيم أقل وضوحا بكثير من ذلك المعيار الذى يميز البحث الامبريقى من البحث غير الامبريقى . وليس ثمة اتفاق عام أين يجب أن ترسم بالتحديد الخط الفاصل بينهما . وعادة ما تفهم العلوم الطبيعية على أنها تشمل الطبيعيات والكيمياء والأحياء وما يتاخمها من مجالات البحث ، وتؤخذ العلوم الاجتماعية على أنها تشمل علم الاجتماع ، علم السياسة ، الأنثروبولوجيا ، علوم الاقتصاد ، علم التاريخ وما يتعلق به من مباحث — وأحيانا ما ينسب

علم النفس إلى أحد الميدانين وأحيانا إلى الآخر. وكثيراً ما يقال إنه يندرج فى كليهما .

ان المكانة العالية التى يتمتع بها العلم اليوم لا شك راجعة إلى النجاح الهائل والانتشار السريع الذى بلغته تطبيقاته ، فلقد توصلت كثير من فروع العلم الامبريقى إلى التزود بأسس التكنولوجيا التى تضع نتائج البحث العلمى موضع الاستخدام وغالباً ما تزود البحث المجرد بمعطيات جديدة أو بأدوات جديدة للفحص والاختبار .

وإذا كان العلم يلبى دافعاً ملحاً لدى الإنسان هو رغبته فى تحصيل أوسع وفهم أعمق للعالم الذى يعيش فيه فسنضع موضع الاعتبار كيف تتحقق الأهداف الرئيسية للبحث العلمى . سنفحص كيف نتوصل إلى المعرفة العلمية . كيف تتأكد ، كيف تتغير ، وكذلك كيف يفسر العلم الوقائع الامبريقية وأى نوع من الفهم يمكن لتفسيراته أن تعطينا إياه . وسنتحسس بعضاً من المشكلات الأكثر عمومية ، تلك المشكلات المتصلة بالمسلمات وبحدود البحث العلمى والمعرفة العلمية والفهم العلمى .

٢ — البحث العلمى ـ الاختراع والاختبار :

ولنبدأ بحدود البحث العلمى . لنشرح معنيى الاختراع والاختبار فى البحث العلمى .

٢ — ١ ولنأخذ تاريخ حالة كمثال :

لنتناول دراسة إجناز سيملويز الطبيب المجرى لحمى النفاس كتصوير بسيط لبعض الأوجه الهامة للبحث العلمى .

أجرى سيملويز هذه الدراسة فى مستشفى فينا العام من سنة ١٨٤٤ إلى

سنة ١٨٤٨ م فهو كعضو فى الهيئة الطبية لقسم الولادة بالمستشفى أفجعه أن يجد نسبة كبيرة من النساء اللائى وضعن مواليدهن فى ذلك القسم أصبن بمرض خطير وغالباً مميت معروف بأنه حمى الولادة أو حمى النفاس فى سنة ١٨٤٤ توفى بهذا المرض أكثر من ٢٦٠ حالة من الحالات البالغ عددها ٣١٦٧ أى بنسبة ٨٫٢ فى المائة وفى سنة ١٨٤٥ كانت نسبة الوفيات ٦ ٧ فى المائة وفى سنة ١٨٤٦ كانت ١١٫٤ فى المائة وكانت هذه الأرقام أكثر إزعاجا لأنه فى قسم الولادة الثانى الملحق بنفس المستشفى والذى استوعب تقريباً عدداً من الحالات مماثلا لحالات القسم الأول كان إجمالى نسبة الوفاة بسبب حمى النفاس أقل بكثير من ٢٫٣٪ ، ٢٪ ، ٢٫٧٪ على التوالى لنفس السنوات .

ويصف سيملويز فى كتابه الذى ألفه أخيراً عن أسباب حمى النفاس وطرق الوقاية منها جهوده لحل هذه المشكلة العويصة[١] . لقد بدأ سيملويز بفحص مختلف التفسيرات التى كانت ذائعة فى وقته . وطرح بعضاً من هذه التفسيرات بإعتبارها غير متفقة مع الوقائع المؤسسة تأسيساً جيداً . وأخضع البعض الآخر للاختبار . فقد أرجعت إحدى وجهات النظر المقبولة على نطاق واسع الموت الناجم عن حمى النفاس إلى تأثيرات وبائية كانت

---

(١) ان قصة العمل الذى قام به سيملويز والصعاب التى واجهها تصوغ صفحة خلابة فى تاريخ الطب . وثمة بيان تفصيلى وشروح يشتمل على ترجمات وشروح لقدر الكبير من كتابات سيملويز وارد فى كتاب سنكلير « سيملويز حياته ومذهبه » مانشستر انجلترا مطبعة جامعة مانشستر سنة ١٩٠٩ . العبارات الوجيزة المقتبسة فى الفصل مأخوذة عن هذا العمل . ورويت الأجزاء المشرقة من حياة سيملويز فى الفصل الأول من كتاب دى كروبين « رجال كافحوا ضد الموت » نيويورك مؤسسة هاركوت بريس وارلد سنة ١٩٣٢ .

توصف وصفاً غامضاً باعتبار أنها تغييرات كونية — أرضية تنتشر فى أقاليم بأكلها وتسبب حمى النفاس .

ويتساءل سيملويز ولكن كيف أمكن لمثل هذه التفسيرات أن تتفشى فى القسم الأول لمدة سنوات ولم تنتشر بعد فى القسم الثانى وكيف أمكن لهذه النظرية أن تتفق مع الحقيقة القائلة بأنه بينما الحمى متفشية فى المستشفى يصعب أن تحدث حالة فى مدينة فينا أو أجوارها . ان وباءاً حقيقياً مثل الكوليرا لا يكون هكذا انتقائياً . ويلاحظ سيملويز أن بعضاً من النساء المقبولين فى القسم الأول ويعشن بعيداً عن المستشفى غلبهن المخاض على طريقتهن ووضعن مواليدهن فى الشارع . ومع ذلك وبغض النظر عن هذه الظروف المؤلمة فإن معدل الوفيات من حمى النفاس بين هذه الحالات من ولادة الشارع كان أقل من الوفيات فى القسم الأول. وبناء على وجهة نظر أخرى كان الازدحام الشديد سبباً للوفاة فى القسم الأول . ولكن سيملويز يشير إلى أن :

الازدحام فى واقع الأمر كان أشد كثافة فى القسم الثانى كنتيجة للجهود اليائسة من المريضات لتجنب إيداعهن فى القسم الأول السيء السمعة. رفض سيملويز أيضاً ظنين متماثلين كانا شائعين بملاحظة أنه ليس ثمة فروق بين القسمين فيما يتعلق بالتغذية أو الرعاية العامة للمريضات .

وفى سنة ١٨٤٦ أرجعت اللجنة التى عينت لبحث المشكلة تفشى المرض فى القسم الأول إلى الأضرار الناجمة عن الفحص الخشن لطلبة الطب الذين كانوا يتلقون تدريبهم على القبالة (التوليد) فى القسم الأول . ويلاحظ سيملويز فى رفضه لوجهة النظر هذه :

(١) الأضرار الناجمة بصورة طبيعية عن عملية الولادة أكثر من تلك

التى يمكن أن يسببها الفحص الخشن .

(ب) ان المولدين (القابلين) الذين تلقوا تدريبهم فى القسم الثانى فحصوا مريضاتهم بنفس الطريقة ولكن بدون نفس الآثار المرضية .

(ج) وفى إجابته على تقرير اللجنة حين نُصِّف عدد طلبة الطب وقللت فحوصهم للنساء لأدنى حد عاد معدل الوفاة بعد انخفاض طفيف وارتفع إلى أعلى المستويات عن ذى قبل .

وقد جرت محاولات لتفسيرات سيكولوجية متعددة . فقد لاحظ أحدهم أن القسم الأول كان منظما بحيث أن قسيساً يحمل سر القداس الأخير إلى امرأة تلفظ آخر أنفاسها كان عليه أن يمر خلال خمسة عنابر قبل أن يصل إلى حجرة المريضة .

ان مظهر القسيس يتقدمه خادم يحمل جرساً قائما ليترك أثراً مفزعا موهنا المريضات فى العنابر . وذلك لجعلهن أكثر تعرضاً لاحتمال أن يكن من ضحايا حمى النفاس وفى القسم الثانى كان هذا العامل المؤلم غائبا . إذ لما كان للقسيس أن يتخذ مسلكا مباشراً إلى حجرة المريضة قرر سيملويز أن يختبر هذا الظن . فأقنع القسيس أن يأتى بطريق دائر ودون قرع الجرس لكى يصل إلى عنبر المريضة بهدوء ودون أن يلاحظه أحد . ولكن معدل الوفاة فى القسم الأول لم ينخفض . وقد خطرت لسيملويز فكرة جيدة . فقد لاحظ أنه فى القسم الأول كانت النساء تلدن وهن راقدات على ظهورهن . وفى القسم الثانى على جنوبهن . وعلى الرغم من أنه اعتقد كون الاحتمال بعيد الوقوع إلا أنه قرر كرجل غريق يمسك بقشة أن يختبر ما إذا كان هذا الفارق فى الإجراء ذا دلالة فأدخل استخدام الموضع الجنبى فى القسم الأول

ولكن مرة أخرى ظل معدل الوفاة على ما هو عليه .

وأخيراً فى بواكير سنة ١٨٥٧ ثمة حادثة عارضة أعطت سيملويز الدليل الحاسم . فقد أصيب زميله كولتشكا بجرح غائر فى اصبعه من مبضع أحد الطلاب كان يجرى كشفا . وقد توفى بعد مرض أليم ظهرت عليه أثناءه نفس الأعراض التى لاحظها سيملويز فى ضحايا حمى النفاس وبالرغم من أن دور الكائنات العضوية الدقيقة فى مثل هذه العدوى لم يكن قد عرف بعد ؛ أدرك سيملويز أن المادة السامة التى أدخلها مبضع الطالب فى مجرى دم كولتشكا هى التى سببت المرض المميت الذى أودى بحياة زميله وقد أدت المماثلات بين مسلك مرض كولتشكا ومسلك المرض لدى النساء فى عيادته بسيملويز إلى نتيجة قائلة إن مرضاه ماتوا بسبب نفس النوع من تسمم الدم . فقد كان هو وزملاؤه وطلاب الطب حاملى المادة السامة لأنه ورفقاؤه تعودوا المجيء إلى العنابر مباشرة بعد أداء التشريح فى حجرة التشريح . وفحص النساء فى حالة الولادة بعد غسل أيديهم غسلا سطحياً فقط فغالبا ما استبقت أيديهم رائحة كريهة مميزة .

ومرة أخرى وضع سيملويز فكرته موضع الاختبار . فقد استنتج أنه إذا كانت فكرته صحيحة فإن حمى النفاس يمكن الحد منها بالقضاء كيميائيا على المادة السامة العالقة بالأيدى وادلك أصدر أمراً إلى كل طلاب الطب أن يغسلوا أيديهم فى محلول من الجير المعامل بالكلور قبل القيام بفحوصهم وقد بدأت بالفعل معدلات الوفاة من حمى النفاس فى الانخفاض .

وبالنسبة لسنة ١٨٤٨ هبطت النسبة إلى ١٫٢٧٪ فى القسم الأول مقارنة بـ ١٫٢٤٪ فى القسم الثانى . ولمزيد من التأييد لفكرته أو لفرضه كما نقول، لاحظ سيملويز أن فرضه يعلل الحقيقة القائلة بأن الوفاة فى القسم الثانى

كانت أقل بكثير دائما . فلقد كانت المريضات هناك موضع عناية القابلات اللائى لا يتضمن تدريبهن تعليما تشريحيا بتشريح الجثث .

ولقد فسر الفرض أيضاً هبوط معدل الوفيات بين مواليد « الشارع » فالنساء اللائى وصلن بمواليدهن على أذرعهن كن نادراً ما يفحصن بعد دخولهن وبالمثل علل هذا الفرض الحقيقة القائلة بأن ضحايا حمى النفاس من بين الأطفال المواليد الجدد كانت جميعها بين هؤلاء الأمهات اللائى أصبن بالمرض أثناء الولادة . لأنه حينئذ يمكن للعدوى أن تنتقل إلى الطفل قبل الولادة خلال مجرى الدم المشترك بين الأم والطفل فى حين كان ذلك مستحيلا عندما كانت تبقى بصحتها .

ان المزيد من الخبرات الاكلينيكية سرعان ما أدى بسيملويز إلى أن يوسع فرضه : ففى إحدى — المناسبات على سبيل المثال بعد أن قام هو وزملاؤه بتطهير أيديهم بعناية فحصوا أولا امرأة فى حالة وضع كانت تعانى من سرطان متقرح فى عنق الرحم. وعندئذ تقدموا الفحص اثنتى عشرة امرأة أخرى فى نفس الحجرة بعد غسيل روتنى فقط لأيديهم دون أن يعيدوا تجديد تطهيرها . فماتت إحدى عشرة مريضة من المريضات الإثنى عشرة بحمى النفاس . استنتج سيملويز أن حمى النفاس يمكن أن تسبب ليس فقط من المادة السامة . ولكن أيضاً عن ماده عفنة مستخلصة من الكائنات العضوية الحية .

٢ — الخطوات الأساسية لاختبار فرض من الفروض :

لقد رأينا كيف أن سيملويز فى بحثه عن السبب فى حمى النفاس امتحن مختلف الفروض التى كانت مقترحة كاجابات ممكنة. ومسألة كيفية التوصل

إلى مثل تلك الفروض هى فى المقام الأول مسألة مثيرة سنتناولها بالبحث فيما بعد . ومع ذلك لنفحص كيف يختبر فرض من الفروض التى تقدم فى مرة من المرات .

أحيانا يكون الإجراء مباشراً تماماً . لنفحص التخمينات القائلة بأن الفروض فى الازدحام أو التغذية أو العناية العامة تفسر الاختلاف فى الوفاة بين القسمين وكما يشير سيملويز تتعارض هذه الاختلافات مع الوقائع الملاحظة مباشرة . فليس ثمة فروق كهذه بين القسمين. ولذا تطرح الفروض باعتبارها باطلة.

ولكن عادة ما يكون الاختبار أقل بساطة ومباشرة . لنأخذ الفرض الذى يرجع نسبة الوفاة العالية فى القسم الأول إلى الفزع الذى كان يثيره ظهور القسيس مع تابعه . ان شدة ذلك الفزع وخاصة تأثيره على حمى النفاس لا يمكن التأكد منه مباشرة كما هو الحال فى الازدحام أو فى التغذية ويستخدم سيملويز منهجا غير مباشر فى الاختبار . انه يسأل نفسه هل ثمة آثار مباشرة لا بد أن تحدث إذا كان الفرض صادقا ؟ ويستنتج سيملويز أنه إذا كان الفرض صادقا فلا بد وأن يحدث تغيير مناسب فى مسلك القسيس ينتج عنه انخفاض معدل الوفاة فى القسم الأول. ويمتحن سيملويز هذه القضية اللزومية بتجربة بسيطة ويجد أنها قضية كاذبة ولذلك يطرح الفرض .

وبالمثل يختبر تخمينا عن وضع النساء أثناء الوضع يستنتج أنه إذا كان هذا التخمين صادقا فلا بد وأن يقلل اتخاذ الوضع الجنبى فى القسم الأول من معدل الوفاة . ومرة أخرى يكتشف سيملويز أن القضية اللزومية باطلة

بتجربته التى قام بها ويطرح هذا الظن (التخمين) .

فى الحالتين الأخيرتين اعتمد الاختبار على برهان بحيث أنه إذا كان الفرض المتأمل ولمكن « ح » صادقا فثمة حادثات معينة ملاحظة (على سبيل المثال هبوط فى نسبة الوفاة) لابد وأن تحدث فى ظروف معينة (على سبيل المثال إذا كف القسيس عن السير عبر العنابر أو إذا كانت النساء يضعن وهن فى وضع جنبى) أو باختصار إذا كان ح صادقا فكذلك ط حيث ط قضية تصف حادثات مشاهدة متوقعة . وللمواءمة نقول إن ط مستنتجة من أو لازمة عن ح ولنطلق على ط اسم لزوم اختبارى للفرض ح . وسنعطى فيما بعد وصفاً أدق للعلاقة بين ط و ح فى مثالينا الأخيرين أظهرت التجارب أن اللزوم الاختبارى باطل وأن الفرض يطرح بناءاً على ذلك .

ويمكن أن يمثل الاستدلال المؤدى إلى الرفض على النحو التالى :

إذا كان ح صادقا كان ط كذلك .

ولكن (كما تبين البينة) ط ليس صادقا .

ح ليس صادقا .

أى برهان له هذه الصورة يطلق عليه فى المنطق طريقة الرفع[1] صحيح استنباطياً (من الناحية الاستنباطية) أى إذا كانت مقدماته صادقة كانت نتيجته صادقة بالقطع كذلك . ومن ثم إذا كانت مقدمات البرهان مؤسسة تأسيساً جيداً كان الفرض « ح » الذى يجرى اختباره مرفوضا بالضرورة .

---

(١) لمزيد من التفصيل انظر المجلد الآخر فى هذه السلسلة المنطق لويزلى سامون ص ٢٤ — ٢٥ .

وبعد ذلك لنتناول بالبحث الحالة حيث الملاحظة أو التجربة تؤكد اللزوم الاختبارى « ط » .

فمن فرض سيملويز القائل بأن حمى النفاس هى تسمم الدم الناتج عن المادة السامة يستدل سيملويز على أن اتخاذ إجراءات تعقيم مناسبة سيقلل عن معدل الوفاة فى القسم الأول .

ترينا التجربة فى هذه المرة أن اللزوم الاختبارى صادق . ولكن هذه النتيجة المواتية لا تثبت صدق الفرض إثباتا قاطعا لأن البرهان يأخذ الصورة الآتية :

إذا كان صادقا فكذلك ط .

كما تبين البينة ط صادق .

ح صادق .

هذا الضرب من الاستدلال الذى يشار اليه باعتبار أنه الغلط الناشىء عن إثبات التالى غير صحيح من الناحية الاستنباطية أى أن من المحتمل أن تكون نتيجة كاذبة حتى وإن كانت مقدماته صادقة[١] وهذا ماتصوره فى الواقع خبرة سيملويز الشخصية .

فالرواية الأولى لاعتباره حمى النفاس صورة من صور تسمم الدم قدمت العدوى بالمادة السامة على أنها المصدر الواحد والوحيد للمرض . وقد كان سيملويز مصيبا فى استدلاله أنه إذا كان الفرض لا بد وأن يكون صحيحا فلا بد وأن يؤدى القضاء على الجزئيات السامة بالغسيل المعقم إلى التقليل من

---

(١) انظر سالمون فى كتابه « المنطق » ص ٢٧ — ٢٩ .

معدل الوفيات فى القسم الأول وأكثر من ذلك بينت تجربة سيملويز أن اللزوم الاختبارى صادق . وفى هذه الحالة كانت مقدمتا البرهان صادقتين مع ذلك كان الفرض كاذبا لأنه كما اكتشف مؤخراً يمكن للمادة السامة المشتقة من الكائنات العضوية الحية أن تنتج حمى النفاس ومن ثم ان النتيجة المواتية لاختبار أى واقعة أن اختباراً لزوميـــا مستنتجا من فرض من الفروض ثبت كونه صادقا لا تثبت كون الفرض صادقا وحتى إذا تأكدت (قضايا الفرض اللزومية) بواسطة الاختبارات الدقيقة فقد يظل الفرض بالرغم من ذلك باطلا . والبرهان التالى يظل واقعا فى الغلط الناشىء عن إثبات التالى :

إذا كان ح صادقا فكذلك إذن ط١ طح — طن

وكما تبين البينة ط١ ط٢ طن الكل صادق

ح صادق

ويمكن أن يتضح ذلك بالإشارة إلى فرض سيملويز النهائى فى روايته الأولى فكما لاحظنا قبلا بنتج فرضه اللزومات الاختبارية التى مؤداها أنه بين حالات الولادة التى تمت فى الشارع وانتقلت إلى القسم الأول كانت نسبة الوفاة من حمى النفاس أدنى من متوسطها بالنسبة للقسم . وإن مواليد الأمهات اللائى نجون من المرض لم يصبن بحمى النفاس . وقد تأكدت هذه اللزوميات عن طريق البينات بالرغم من أن الرواية الأولى للفرض النهائى لسيملويز كانت كاذبة (باطلة) .

٢ ـ ٣ دور الاستقراء فى البحث العلمى :

لقد تناولنا بالدراسة بعض البحوث العلمية التى نلم فيها بمشكلة من المشكلات وذلك بتقديم إجابات تجريبية فى صورة فروض كانت تختبر بأن تشتق منهـــا اللزومات الاختبارية المناسبة ونمتحنها عن طريق الملاحظة أو التجربة .

ولكن كيف التوصل إلى الفروض المناسبة . فى المحل الأول يُعتقد أحيانا أن الفروض تستنتج من معطيات تجمع مسبقا بواسطة إجراء يسمى الاستدلال الاستقرائى باعتباره متميزاً عن الاستدلال الاستنباطى الذى يختلف عنه فى نقاط هامة . ففى البرهان الاستنباطى الصحيح ترتبط النتائج بالمقدمات بحيث إذا صدقت المقدمات لا بد وأن تصدق النتائج . وعلى سبيل المثال يستوفى هذا المطلب بأى برهان يأخذ الصورة العامة التالية :

إذا كان س إذن ص

ليست الحالة أن ص

ليست الحالة أن س

إن وقفة تأمل قصيرة فى هذه الصورة تبين أنه لا يهم أى القضايا الجزئية يمكن أن تقوم فى المواضع التى تشغلها الرموز س ، ص . تكون النتيجة صادقة بالتأكيد إذا كانت المقدمات صادقة وفى واقع الأمر تمثل الصورة السابقة للبرهان طريقة الرفع المشار اليها سابقا. إن نمطا آخر لاستدلال صحيح من الناحية الاستنباطية يقدمه المثال الآتى :

أى ملح صوديوم عند وضعه فى لهب موقد صوديوم يحيل اللهب أصفراً .

هذه القطعة من الحجر الصخرى هى ملح صوديوم .

هذه القطعة من الحجر الصخرى حين توضع فى لهب موقد بنزين ستحيل اللهب أصفراً .

غالباً ما يقال عن البراهين من النوع الأخير أنها تتأدى من العام (وهو هنا المقدمة بصدد كل الملح الصوديوم) إلى الخاص (وهو هنا النتيجة الخاصة بقطعة معينة من الملح الصوديوم) .

الاستدلالات الاستقرائية على النقيض من ذلك . توصف بأنها تتأدى من المقدمات بصدد حالات معينة (جزئية) إلى نتيجة لها طابع القانون العام أو المبدأ العام . وعلى سبيل المثل المقدمات القائلة بأن كل واحدة من العينات الجزئية لأملاح الصوديوم المتنوعة والتى كانت موضع اختبار لهب موقد بنزين أحالت اللهب أصفراً من المفترض أن تؤدى إلى النتيجة القائلة بأن كل أملاح الصوديوم حين توضع فى لهب موقد بنزين تحيل اللهب أصفراً . ولكن فى هذه الحالة من الواضح أن صدق المقدمات لا يضمن صدق النتائج . لأنه فى حالة أن كل عينات ملح الصوديوم المختبرة حتى الآن أحالت اللهب أصفرا يبقى ممكنا تماما أن أنواعا جديدة من ملح الصوديوم لم توجد بعد لا تتطابق مع هذا التعميم وفى الواقع إذا أسفرت بعض أنواع ملح الصوديوم المختبرة حتى الآن عن نتيجة إيجابية قد تخفق إخفاقا ملموساً فى أن تستوفى التعميم فى ظل ظروف فزيائية خاصة (مثل المجالات المغناطيسية القوية أو ما أشبه ذلك) من الظروف التى لم تختبر فى ظلها بعد . ولهذا السبب غالباً ما يقال أن مقدمات الاستدلال الاستقرائى تتضمن فقط النتيجة بإجمالية عالية بدرجة أكبر أوأصغر فى حين أن مقدمات الاستدلال الاستنباطى تتضمن النتيجة بالتأكيد .

الفكرة القائلة بأنه فى البحث العلمى يمضى الاستدلال الاستقرائى من معطيات جمعت مسبقا إلى مبادئ عامة موافقة تتجسد بوضوح فى البيان التالى لكيف يتصرف عالم من العلماء فى بحثه بطريقة مثلى .

إذا حاولنا أن نتخيل عقلا فائقا مهتما بالعمليات المنطقية لفكره يستخدم الأسلوب العلمى كان السلوك كالتالى :

١ - تلاحظ كل الوقائع وتدون دون انتقاء أو تخمين قبلى فيما يتعلق بأهميتها النسبية .

٢ — تحلل الوقائع الملاحظة والمدونة وتقارن وتصنف دون فروض أو مسلمات غير تلك الفروض والمسلمات المتضمنة بالضرورة فى منطق الفكر .

٣ — من هذا التحليل تستخلص التعميمات بطريقة استقرائية بصدد العلاقات التصنيفية أو العلية بين الوقائع .

٤ — وفضلا عن ذلك يكون البحث استنباطيا فضلا عن كونه استقرائيا مستخدما الاستدلالات من التعميمات المؤسسة قبلا[١] .

ان هذه الفقرة تبين أربعة مراحل فى البحث العلمى الأمثل :

(ا) ملاحظة وتدوين كل الوقائع .

(ب) تحليل وتصنيف هذه الوقائع .

(ج) الاستخلاص الاستقرائى للتعميمات منها .

(د) مزيد من الاختبار للتعميم .

المرحلتان ١ ، ٢ من هذه المراحل من المفروض بصفة خاصة أن تستخدم

---

(١) فولف . علم الاقتصاد الوظيفى فى اتجاهات علم الاقتصاد . المحرر توجوبل (نيويورك ١٩٢٣) ص ٣٥٠ .

فيها التخمينات أو الفروض بصدد ترابط الوقائع الملاحظة. ويبدو هذا القيد مفروضا اعتقادا بأن مثل هذه الأفكار المسبقة قد تؤدى إلى تحيز يقضى على موضوعية البحث العلمى .

ولكن وجهة النظر المعبر فى الفقرة المقتبسة والتى يطلق عليها التصور الاستقرائى الضيق للبحث العلمى لا يمكن الدفاع عنها لعدة أسباب .

إن مسحا وجيزا لهذه المراحل يمكن أن يستخدم لتتمة ملاحظتنا السابقة عن الإجراء العلمى .

١ — إن البحث العلمى — كما تصورناه هنا — لا يمكن اقتلاعه من الأساس ، فالوجه الأول من أوجه البحث لا يمكن تنفيذه . لأن جمع كل الوقائع لا بد له من أن ينتظر نهاية العالم وحتى الآن يستحيل جمع كل الوقائع حيث أن هناك عددا لا متناهيا من الوقائع فهل لنا أن نختبر على سبيل المثال كل حبات الرمال فى كل الصحراوات وعلى كل الشواطىء وهل لنا أن ندون أشكالها وأوزانها وتركيبها الكيميائى .

هل لنا أن ندون الخواطر العابرة التى تخطر ببالنا فى هذا الإجراء الشاق. أشكال السحب فوقنا ، لون السماء المتغير ، أدواتنا الكتابية تركيبها وإسمها التجارى ، تواريخ حياتنا وحياة زملائنا فى البحث . كل هذه الأشياء وغيرها مما لم يذكر هى بعد كل شىء من بين الوقائع حتى الآن .

ربما كان إذن كل ما ينبغى أن يكون مطلوباً فى الوجه الأول من أوجه البحث هو أن تجمع كل الوقائع المناسبة ولكن مناسبة لأى شىء . لم يذكر هذا .

لنفرض أن البحث معنيّ بمشكلة معينة ألا ينبغى علينا إذن أن نبدأ بجمع كل الوقائع أو على أحسن الفروض كل المعطيات التى فى متناول أيدينا والمناسبة لهذه المشكلة . ومع ذلك تظل هذه الفكرة بغير معنى واضح .

لقد نشد سيملويز أن يحل مشكلة معينة . ومع ذلك جمع أنواعا مختلفة تماماً من المعطيات فى مراحل مختلفة من بحثه . وصوابا ما فعل . ولكن أى أنواع المعطيات هى التى ينبغى أن نجمعها ؟ لا تتحدد هذه الأنواع بالمشكلة موضع الدراسة ولكن تتحدد بإجابة تجريبية عن المشكلة يضمرها الباحث فى صورة تخمين أو فرض . فإذا كان لدينا تصور بأن الوفاة من حمى النفاس تزداد بالظهور المرعب للقسيس وتابعه الذى يحمل جرس الموت كان من الأوفق أن نجمع معطيات عن نتائج تغيير القسيس لطريقه الذى يسلكه.

ولكن التصور بجملته كان غير مناسب لاختبار ما يمكن أن يحدث لو أن الأطباء وطلبة الطب كانوا قد غسلوا أيديهم قبل فحص مرضاهم . بالنظر إلى فرض سيملويز عن التلوث الدائم الحدوث كان واضحا أن المعطيات من النوع الأخير مناسبة .

وأن معطيات النوع قبل الأخير كانت غير مناسبة تماماً .

ولذلك أمكن أن توصف الوقائع الامبريقية أو نتائج البحث بأنها مناسبة أو غير مناسبة من الناحية المنطقية فقط وذلك بالرجوع إلى الفرض المقدم لا المشكلة موضع البحث . لنفرض أن ف قدِّم على أنه إجابة تجريبية لمشكلة موضع البحث . فأى أنواع المعطيات يكون مناسبا للفرض «ف» . إن أمثلتنا السابقة توحى بإجابة مفادها أن نتيجة البحث مناسبة للفرض

«ف ١» إذا كان حدوثه أو عدم حدوثه يمكن أن يستدل عليه من الفرض « ف » .

ولنأخذ على سبيل المثال فرض تورشيللي . كما قلنا استدل باسكال منه على أن عمود الزئبق فى البارومتر لا بد وأن يكون أقصر كلما صعد به إلى أعلى الجبل . ولذلك وجود أثر قائل بأن هذا يحدث فعلا فى حالة معينة يكون مناسبا للفرض . والأثر القائل بأن طول عمود الزئبق يظل دون ما تغير أو أنه ينقص طوله أو يزيد أثناء الصعود يدحض اللزوم الاختبارى لفرض باسكال ولا يتطابق مع فرض تورشللي .

ويمكن أن نطلق على المعطيات من النوع السابق إيجابيا أو تأييديا أنها مناسبة للفرض . ومعطيات النوع الأخير تتصل بالفرض سلبيا وبطريقة مضادة .

القاعدة فى جمع المعطيات أن المعطيات التى تجمع دون توجيه من الفروض المسبقة عن العلاقات بين المعطيات موضع البحث تدحض نفسها بنفسها .

وبالتأكيد لا قيمة لها فى البحث العلمى . وعلى العكس من ذلك الفروض التجريبية ضرورية لتوجيه البحث العلمى . ومثل هذه الفروض تعين من بين أشياء أخرى المعطيات التى لا بد من جمعها عند نقطة معينة فى البحث العلمى ومن المفيد أن نلاحظ أن العلماء الاجتماعيين الذين يحاولون اختبار الفروض بالرجوع إلى المخزون الواسع من المعطيات المدونة بواسطة مكتب إحصاء السكان فى الولايات المتحدة الأمريكية أو بالرجوع إلى هيئات أخرى لجمع المعطيات أحيانا ما يجدون خيبة آمالهم أن قيم بعض المتغيرات التى تلعب دوراً رئيسيا فى الفروض قد دونت بطريقة منهجية منظمة . ليس المقصود

بهذه الملاحظات بالطبع أن تكون نقداً لجمع المعطيات أصلا . فالمشتغلون بجمع المعطيات يحاولون بغير شك انتقاء المعطيات التى يثبت أنها مناسبة للفروض المستقلة . المقصود بالملاحظة وبساطة هو تصور استحالة جمع كل المعطيات المناسبة دون معرفة الفروض التى يراد مناسبة المعطيات لها . إن المرحلة الثانيه فى فقرتنا المقتبسة قابلة هى الأخرى لنقد مماثل إن المعطيات يمكن أن تصنف وتحلل بطرق مختلفة لا يكون أغلبها كاشفا لأغراض البحث العلمى لقد كان فى استطاعة سيملويز أن يصنف النساء فى عنابر الولادة وفقا لمعايير كالسن ، مكان الإقامة ، الحالة الزواجية ، العادات الغذائية .. إلخ.

ولكن المعلومات عن هذه الأمور ما كانت لتزوده بالحلول لتوقعات المرضى أن يصبحن ضحايا حمى النفاس . ما كان ينشده سيملويز كان مرتبطا بهذه التوقعات بشكل واضح . ومن أجل هذا الغرض كان يحبذ عزل أولئك النسوة اللائى كن تحت رعاية الهيئة الطبية ذات الأيدى الملوثة . لأن ارتفاع نسبة الوفاة من حمى النفاس كان مرتبطا بهذا الطابع المميز للهيئة الطبية أو للمرضى المتصلين بهم. ومن ثم إذا كانت هناك طريقة خاصه بتصنيف وتحليل النتائج الأمبريقية تؤدى إلى تفسير الظواهر المعنية لكان واجبا قيام هذه الطريقة على فروض عن كيفية ارتباط هذه الظواهر بها . إذ بدون هذه الفروض يصبح التصنيف والتحليل على نحو أعمى . تأملاتنا النقدية للمرحلتين الأولى والثانية من البحث فى الفقرة المقتبسة تنصب أساسا على فكرة أن الفروض تقدم فحسب فى المرحلة الثانية بواسطة استدلال استقرائى من معطيات جمعت قبلا وهنا لا بد من إضافة بعض ملاحظات عن الموضوع .

يفهم الاستقراء أحيانا على أنه منهج يتأدى بواسطة قواعد ميكانيكية من وقائع ملاحظة إلى مبادئ عامة مناسبة . وفى هذه الحالة تزودنا قواعد الاستدلال الاستقرائى بقوانين إيجابية للاكتشاف العلمى. ويكون الاستقراء إجراءا ميكانيكيا مماثلا للنظام المألوف فى ضرب الأعداد يتأدى بعدد محدد من الخطوات المتعينة قبلا والتى يمكن إجراؤها ميكانيكيا إلى الحاصل المطلوب . إلا أنه ليس ثمة فى الوقت الحالى مثل هذا الإجراء الاستقرائى الميكانيكى العام الذى يكون فى متناول أيدينا . وإلا لما ظلت على سبيل المثال المشكلة الخاصة بتعليل السرطان دون ما حل حتى اليوم بالرغم من دراستها كثيراً . واكتشاف مثل هذا الإجراء ليس وارداً فى الحسبان أبداً . إذ عادة ما تصاغ الفروض والنظريات العلمية فى عبارات لا ترد على الإطلاق (بالمرة) فى وصف النتائج الامبريقية التى تقوم عليها تلك الفروض والنظريات فعلى سبيل المثال النظريات الخاصة بالتركيب الذرى ودون الذرى للمادة تتضمن ألفاظا مثل « ذرة » ، « ألكترون » ، « بروتون » ، « نيترون » .. إلخ . فى حين أنها تقوم على النتائج المعملية لطيوف الغازات المختلفة والآثار فى مواضع السحب وفقاعات الماء والمظاهر الكمية لردود الفعل الكيميائية .. إلخ . تلك التى يمكن أن توصف دون استخـــــدام المصطلحات الفنية النظرية .

قد يتعين على قواعد الاستقراء من النوع الذى تخيلناه هنا أن تزودنا بنظام ميكانيكى يقوم على أساس المعطيات وذلك لإقامة الفروض والنظريات المعتمدة بلغة التصور الجديد تماماً . والمستخدم أصلا فى وصف المعطيات نفسها . بالتأكيد ليس ثمة قاعدة ميكانيكية لإجراء معين يمكن أن نتوقع

معه تحقيق هذا الشرط . وعلى سبيل المثال هل يمكن أن تـكون هناك قاعدة عامة يمكن عند تطبيقها على المعطيات المناسبة للفاعلية المحددة للمضخات الماصة عند جاليليو أن تنتج بواسطة إجراء ميكانيكي بحت فرضاً قائماً على تصور بحر من الهواء . إن الإجراءات الميكانيكية لاستنتاج فرض من الفروض بطريقة استقرائية وعلى أساس المعطيات قد تـكون محددة بمواقف بسيطة نسبيا ومن نوع خاص . والمثال على ذلك إذا قِيس طول قضيب من النحاس فى درجات حرارة مختلفة كان التزاوج القائم بين درجات الحرارة وطول القضيب يمكن أن تمثله نقط فى نسق إحداثى مستوى ويمكن رسم منحنى عبر هذه النقط وفقا لقاعدة من قواعد إعداد المنحنى .

فالمنحنى إذن يمثل بيانيا فرضاً كمياً عاماً معبراً عن طول القضيب كدالة لدرجة حرارته . ولـكن من الملاحظ أن هذا الفرض لا يتضمن ألفاظا جديدة وإنما يعبر عنه بتصور الحرارة والطول المستخدمين أيضاً فى وصف المعطيات . وفضلا عن ذلك يفترض اختيار القيم المترابطة للحرارة والطول فرضاً أوليا موجها بمعنى أنه يرتبط مع كل قيمة من قيم درجات الحرارة قيمة من قيم طول قضيب النحاس بحيث أن طول القضيب يكون دالة لدرجة حرارته وحدها فى واقع الأمر . فالنظام الميكانيكى لإعداد المنحنى يستخدم إذن لانتقاء دالة خاصة على أنها الدالة الأوفق . هذه النقطة هامة . لأننا لو فرضنا أنه بدلا من قضيب النحاس اختبرنا كثافة غاز النتروجين المعبأ فى إناء اسطوانى له غطاء متحرك وأننا نقيس حجمه فى درجات الحرارة المختلفة . إذا كان لنا أن نستخدم هذا الإجراء لنحصل من معطياتنا على فرض عام يمثل حجم الغاز كدالة لدرجة حرارته فإننا نخفق لأن حجم الغاز دالة لكل

من درجة حرارته وضغطه الواقع عليه بحيث يفترض للغاز أحجاما فى درجة حرارة معينة .

فحتى فى هذه الحالات البسيطة تقوم الإجراءات الميكانيكية لتأسيس الفروض بجزء فقط من العمل لأنها تفترض مسبقا فرضا أقل نوعية (أعنى أن متغيراً فيزيائيا معينا هو دالة لمتغير آخر مفرد) لا يمكن الحصول عليه بنفس الإجراء .

ليست هناك إذن قواعد استقرائية عامة يمكن تطبيقها . تلك القواعد التى يمكن بواسطتها أن تستنتج الفروض والنظريات من المعطيات الامبريقية . يحتاج الانتقال من المعطى إلى النظرية إلى خيال مبدع . فالفروض والنظريات العلمية لا تستنتج من المعطيات الملاحظة ولكن تخترع الفروض لتفسيرها : إنها تخمن العلاقات بصدد الإجراءات والنماذج التى تكمن وراءها فى الظواهر موضع الدراسة[1] إن التخمينات السارة من هذا النوع تتطلب عبقرية عظمى وخاصة إذا تضمنت انفصالا جذريا عن ضروب التفكير العلمى السائدة كما فعلت على سبيل المثال نظريتا النسبية والكوانتم . يفيد

---

(١) لقد قدم هذا التمييز بالفعل وليم هوبل فى كتابه (فلسفة العلوم الاستقرائية) الطبعة الثانية (لندن جون باركر ١٨٤٧) المجلد الثانى ص ٤١ . يتكلم هويل أيضاً عن الاختراع كجزء من الاستقراء ص ٥٦ وفى نفس المعنى يشير كارل بوبر إلى الفروض والنظريات العلمية على أنها تخمينات . انظر على سبيل المثال مقالة (العلم : تخمينات وتفنيدات) فى كتابه (تخمينات وتفنيدات) نيويورك ولندن الكتب الأساسية سنة ١٩٦٢ . وفى الواقع الا واقف الذى استعرنا قبلا تصوره الاستقرائى الضيق للاجراء العلمى المثالى يؤكد أن العقل الإنسانى المحدود يتعين عليه أن يستخدم اجراء معدلا بدرجة كبيرة ويتطلب خيالا علميا وانتقاء للمعطيات على أساس فرض من الفروض التمهيدية انظر ص ٤٠ من المقال المستشهد به فى الفقرة المقتبسة السابقة .

الجهد الاختراعى المطلوب فى البحث العلمى من الألفة التامة مع المعارف الجارية فى هذا المجال من مجالات البحث . والمبتدئ فى البحث من الصعب عليه القيام بكشف علمى هام لأن الأفكار التى يمكن أن تخطر له من المحتمل أن تكرر ما جرت محاولته من قبل أو قد تجرى فى صدام مع الوقائع والنظريات الثابتة التى لا يدرى بها .

ومع ذلك تختلف الطرق التى نصل بها إلى التخمينات المثمرة عن أية عملية من عمليات الاستدلال المنهجى المنظم فعلى سبيل المثال يخبرنا الكيميائى كيكوليه بأنه حاول ولفترة طويلة أخفق فى أن يبتدع صيغة بنائية لجزئى البنزين وذات مساء وبينما كان غافياً أمام مدفأته وجد حلا لمشكلته إذ لدى حلقته فى الوهج بدا له أنه يرى ذرات تتراقص فى مصفوفات على هيئة أفعى وفجأة شكلت إحدى الحيات حلقة بالإمساك بذيلها ثم التفت باستهزاء أمامه واستيقظ كيكوليه فى ومضة . لقد وقف على الفكرة المشهورة والمألوفة الآن عن تمثيل بنية جزئى البنزين بحلقة مسدسة . لقد قضى بقية الليل فى استخراج النتائج من هذا الفرض[١] .

تتضمن الملاحظة الأخيرة تذكرة هامة خاصة بموضوعية العلم . ففى محاولة العالم إيجاد حل لمشكلته قد يطلق العنان لخياله ويجرى تفكيره المبدع قد يتأثر بالأفكار العلمية المشكوك فى صحتها. فدراسة كبلر لحركة الكواكب (الأفلاك) كانت مستوحاة من اهتمامه بمذهب صوفى عن الأعداد وشغف

---

(١) انظر المقتبسات من تقرير كيكوليه الخاص فى كتاب (فندلاى) بعنوان مائة عام من الكيمياء) الطبعة الثانية — لندن جيرالد ديكورت وشركاه سنة ١٨٤٨ ص ٣٧ وبفردج : فى البحث العلمى الطبعة الثالثة — لندن شركة وليام هانيمان المحدودة سنة ١٩٥٧ ص ٥٦ .

بالبرهنة على موسيقى الأفلاك. ومع ذلك يحمى الموضوعية العلمية المبدأ القائل بأنه بينما الفروض والنظريات من الممكن اختراعها وتقديمها بحرية فى العلم إلا أنها لا تقبل فى دائرة المعرفة العلمية إلا إذا مرت بالتحقيق النقدى الذى يتضمن بالأخص اختبار اللزومات والاختبارية عن طريق الملاحظة والتجربة الدقيقة . إن من المثير للاهتمام أن يلعب الخيال والاختراع الحر دوراً هاماً مماثلا فى تلك المباحث التى تصدق نتائجها خاصة بواسطة الاستدلال الاستنباطى وعلى سبيل المثال فى الرياضيات .

لأن قواعد الاستدلال الاستنباطى لا ينتج عن أى منها قواعد ميكانيكية للاكتشاف .

وكما اتضح فى قاعدة الرفع السابقة يعبر عن هذه القواعد عادة فى صورة الأشكال البرهانية العامة أية صورة منها هى برهان استنباطى صحيح منطقياً إذا ما قدمت مقدمات من نوع معين فإن هذه الصورة تحدد فى الواقع طريقاً للسير إلى النتيجة المنطقية . وبالنسبة لأى عدد محدد من المقدمات تستطيع قواعد الاستدلال الاستنباطى أن نستخلص عدداً لا متناهيا من النتائج الاستنباطية الصحيحة منطقياً ولنأخذ على سبيل المثال قاعدة بسيطة تمثلها

الصورة الآتيـة : $\dfrac{\text{س}}{\text{س أو ص}}$.

إنها فى واقع الأمر تخبرنا أنه من القضية القائلة بأن س هى الحالة ينتج إن س أو ص هى الحالة حيث يمكن أن تـكون س، ص أية قضايا أيا كانت لنظة « أو » مفهومة هنا بمعنى غير استبعادى (شمولى) فى الجمع المنطقى بحيث تـكون س أو ص مكافئة لـ س أو ص أو كلا من س، ص .

من الواضح أنه إذا كانت مقدمات البرهان من هذا النحو صادقة فلا بد وأن تكون النتيجة أيضاً صادقة ومن ثم فأى برهان له هذه الصورة المعينة صحيح منطقياً .

هذه القاعدة الواحدة تجيز لنا أن نستنتج نتائج كثيرة مختلفة ولا متناهية من أية مقدمة واحدة . فمن المقدمة القائلة « القمر ليس له غلاف جوى » يجوز أن نستنتج قضية من ذات الصورة « القمر ليس له غلاف جوى أوص » حيث يمكننا أن نكتب بدلا من ص أية قضية أياً كانت . لا يهم ما إذا كانت صادقة أو كاذبة . فعلى سبيل المثال « الغلاف الجوى للقمر رقيق جداً » « القمر غير مأهول » ، « الذهب أكثف من الفضة » ، « الفضة أكثف من الذهب » .. إلخ .(من المثير للاهتمام ومن اليسير أن نبرهن على أن القضايا اللامتناهية يمكن تكوينها فى الانجليزية وكل واحدةمن هذه القضايا يمكن أن تحل محل المتغير ص) .

وبطبيعة الحال تضاف قواعد أخرى للاستدلال الاستنباطى إلى القضايا الكثيرة التى تستخلص من مقدمة واحدة أو مجموعة من المقدمات . فإذا قدمت مجموعة من القضايا كمقدمات لم تقدم قواعد الاستنباط توجيهات لإجراءات الاستدلال . إنها لا تفرد قضية معينة باعتبارهاالنتيجة التى يتعين استخلاصها من المقدمات ولا تخبرنا عن كيفية الحصول على نتائج هامة من الناحية الإجرائية .

إنها لا تزودنا مثلا بنظام ميكانيكى لاستخلاص البرهنات الرياضية المتميزة من المسلمات الواردة . إن اكتشاف المبرهنات الرياضية المثمرة شأن اكتشاف النظريات الهامة المثمرة فى العلم الامبريقى يتطلب مهارة

إبداعية يطلق عليها التخمين الإبداعي بعيد النظر . ومع ذلك فالاهتمام بالموضوعية العلمية يصونه طلب الصحة الموضوعية لمثل هـذه التخمينات (الظنون) ومعنى هـذا فى الرياضيات البرهنة بالاشتقاق الاستنباطى من البديهيات ولـكن حين تقدم القضية الرياضية كظن أو تخمين تتطلب البرهنة أو عدم البرهنة على صحتها مهارة وإبداعا غالبا ما يكونان من عيار عال جداً . لأن قواعد الاستدلال الاستنباطى بإجراء ميكانيكى لإقامة البرهان أو دحضه فدورها التنظيمى هو بالأحرى أكثر اعتدالا . إذ تستخدم كمحكات اسلامة الحجج المقدمة كبراهين تؤسس الحجج براهين رياضية صحيحة إذا تأدينا من البديهيات إلى المبرهنات المشروعة بسلسلة من الخطوات الاستدلالية . كل منها صحيح وفقا لقواعد الاستدلال الاستنباطى اختبار ما إذا كانت الحجة المقدمة برهانا صحيحاً بهذا المعنى هو فى واقع الأمر عمل ميكانيكى بحت . فالمعرفة العلمية — كما رأينا — لا يمكن الوصول اليها بتطبيق بعض إجراءات الاستدلال الاستقرائى من معطيات محصلة قبلا ولـكن الوصول اليها هو بالأحرى بما يسمى غالباً « منهج الفروض » أى باختراع فروض تقدم كإجابات تجريبية عن مشـكلة من المشـكلات قيد البحث . وبعد ذلك تخضع هذه الفروض للاختبار الامبريقى . وسيكون جزءاً من هذا الاختبار أن نرى ما إذا كان الفرض من الممكن أن تؤيده نتائج تجريبية موافقة تم التوصل اليها قبل صياغته . الفرض المقبول يتعين أن يلائم المعطيات المتاحة . ويكمن جزء آخر من الاختبار فى اشتقاق لزومات اختبارية جديدة من الفروض واختبارها فى ضوء التجارب والملاحظات المناسبة . فـكما لاحظنا قبلا لا يؤسس الاختبار الماصدقى بنتائجه المقبولة فرضا حاسما . ولـكن يزودنا بتأييد للفرض بدرجة أقل أو أكثر .

وحيث أن البحث العلمي لم يكن استقرائيا بالمعنى الضيق الذى تناولناه بشيء من التفصيل أمكن أن يقال إن البحث العلمي استقرائي بمعنى أوسع بقدر ما يتضمن قبول الفروض على أساس المعطيات التى لا تقدم بينة حاسمة بطريقة استنباطية ولكن تعبرها قدراً قليلا أو كثيراً من التأييد الاستقرائي. وأية قواعد للاستقراء يتعين إدراكها بالمماثلة مع قواعد الاستنباط على أنها قوانين للصحة أكثرمنها قوانين للاكتشاف. وبعيداً عن توليد فرض يفسر النتائج الامبريقية الواردة تفترض مثل هذه القواعد قبلا أن كلا من المعطيات التى تقوم مقام المقدمات فى البرهان الاستقرائي والفرض التجريبي الذى يفسر نتيجتها ضمن المعطيات ولذا تقرر محكات لسلامة البرهان. ووفقا لبعض نظريات الاستقراء تحدد القواعد قوة التأييد التى تمنحهـــا المعطيات للفرض. وقد تعبرهذه القواعد عن مثل هذا التأييد بلغة الاحتمالات التى تؤثر على التأييد الاستقرائي وإمكان قبول الفروض العلمية.

٣ ـ اختبار الفرض منطقه وقوته :

٣ ــ ١ الاختبارات التجريبية وغير التجريبية :

نعود إلى فحص أوثق للاستدلال الذى تعتمد عليه الاختبارات العلمية والنتائج التى يمكن استخلاصها من حاصل الاختبارات . نستخدم — وكما سبق — لفظة « فرض » للإشارة إلى أية قضية تحت الاختبار . لا يهم ما إذا كانت تفيد فى وصف واقعة أو حادثة معينة أو تعبر عن قانون عام أو قضية ما من القضايا الأخرى الأكثر تعقيداً ولنبدأ بملاحظة بسيطة يتعين علينا أن نشير اليها .

عادة ما تكون اللزومات الاختبارية لفرض من الفروض ذات طابع

شرطى . إنها تخبرنا بأنه فى ظل ظروف اختبار معين تنتج نتيجة من نوع معين . والقضايا التى لها تأثير إلى هذا الحد يمكن وضعها فى الصورة الشرطية التالية :

اذا تحققت شروط من النوع « ج » ستحدث حادثة من النوع ه .

وعلى سبيل المثال أنتج فرض من الفروض التى فحصها سيملويز اللزوم الاختبارى القائل : إذا وضعت النساء المريضات فى القسم الأول فى وضع جنبى سينخفض معدل الوفاة من حمى النفاس أو إذا كانت المريضات فى القسم الأول يضعن مواليدهن وهن فى الوضع الجنبى ستنخفض معدل الوفاة من حمى النفاس وكان اللزوم الاختبارى للفرض النهائى .

إذا غسل الأشخاص القائمون على أمر النساء فى القسم الأول أيديهم فى محلول من الجير المنقى بالكلور سينخفض حينئذ معدل الوفاة من حمى النفاس .

وبالمثل تضمنت اللزومات الاختبارية لفرض تورشيللى قضاياشرطية مثل :

إذا كان بارومتر تورشيللى محمولا إلى ارتفاعات متزايدة سيتناقص إذن طول عمود الزئبق وهذه اللزومات الاختبارية مزدوجة المعنى . فهى لزومات للفروض التى منها استخلصت ولها صورة القضية الشرطية إذا ... إذن التى تسمى فى المنطق باللزومات الشرطية .

وفى كل الأمثلة الثلاثة التى أوردناها أمكن التحقق تكنولوجيا من شروط الاختبار من النوع «ج» وهكذا يمكن أن تحدث متى شئنا وتحقيق تلك الشروط يتضمن بعض التحكم فى عامل من العوامل التى تؤثر على الظاهرة موضع الدراسة . الوضع أثناء الولادة — غياب أو حضور المادة المعدية

الضغط الجوى فى الطبقات العليا . (حدوث حمى النفاس فى الحالتين وطول عمود الزئبق فى الحالة الثالثة) .

تمدنا اللزومات الاختبارية من هذا النوع بأساس للاختبار التجريبى يؤدى إلى إحداث الشروط (جـ) واختبار ما إذا كانت «هـ» تحدث باعتبار أنها متضمنة فى الفرض . والكثير من الفروض العلمية يعبر عنهـا بألفاظ كمية ، ففى أبسط حالة تمثل قيمة متغير كى باعتبار أنه دالة رياضية لمتغيرات أخرى معينة . ومن ثم يمثل قانون الغاز الكلاسيكى ح = ع . د/ص يمثل حجم مقدار من الغاز كدالة لدرجة حرارته وضغطه (ح عامل ثابت) وتنتج قضية من هذا النوع الكثير من اللزومات الاختبارية الكمية اللامتناهية العدد . وفى مثالنا هذه اللزومات لها الصورة التالية إذا كانت درجة حرارة مقدار من الغاز هى د وضغطه هو ص فإذن حجمه هو ع . د١/ص١ . ويكن الاختبار التجريبى فى تنويع قيم المتغيرات المستقلة واختبار ما إذا كان المتغير التابع يفترض القيم المتضمنة فى الفرض . عندما يكون التحكم التجريبى مستحيلا وعندما تكون الشروط «جـ» المذكورة فى اللزوم الاختبارى لا يمكن حدوثها أو تنويعها بالوسائل التكنولوجية المتاحة لا بد للفرض إذن من أن يختبر بطريقه غير تجريبية بالبحث عن أو انتظار حالات تتحقق فيها الشروط النوعية ثم اختبار ما إذا كانت هـ تحدث فعلا أم لا .

إنه أحيانا ما يقال أنه فى الاختبار التجريبى لفرض كى تتغير واحدة فقط من الكميات المذكورة فى الفرض بينما تظل الظروف الأخرى ثابتة . ولكن هذا مستحيل . ففى الاختبار التجريبى لقانون الغاز مثلا يتغير الضغط حيث تظل درجة الحرارة ثابتة أو العكس بالعكس ولكن الظروف الأخرى

تتغير أثناء العملية وربما من بينها الرطوبة النسبية ، شدة الإضاءة ، قوة المجال المغناطيسى فى المعمل وبالتأكيد بعد مقدار الغاز من الشمس أو القمر . وليس ثمة سبب يدعونا لأن نحاول الاحتفاظ بأكبر عدد ممكن من هذه العوامل ثابتاً إذا كانت التجربة لاختبار قانون الغاز باعتباره قانونا خاصاً . فالقانون يقرر أن حجم مقدار معين من الغاز يتحدد تماماً بواسطة درجة حرارته وضغطه . ولذلك يتضمن أن العوامل الأخرى غير موافقة للحجم بمعنى أن التغيرات فى هذه العوامل لا تؤثر على حجم الغاز والسماح لمثل هذه العوامل الأخرى بالتغير هو اكتشاف لمدى أوسع من الحالات بحثاً عن التنفيذ الممكن للفرض موضع الاختبار . ومهما يكن يستخدم التجريب فى العلم لا كمنهج للاختبار فحسب ولكن كمنهج للاكتشاف أيضاً . وفى هذا السياق الثانى — كما نرى — يكون لطلب إبقاء عوامل معينة ثابتة معنى طيب .

استخدام التجريب كمنهج للاختبار :

أوضحته تجارب تورشللى وبيريه . والآن إن فرضا من الفروض قدم وتجرى التجربة لاختباره . وفى حالات أخرى حيث لم تفرض بعد فروض معينة يبدأ العالم بتخمين فج . وقد يستخدم التجريب كرشد لفرض أكثر تحديداً . ففى دراسة كيف بسلك معدنى أن يتمدد بواسطة ثقل يتدلى منه ومعلقا عليه . قد يظن أن الزيادة الكمية فى الطول تعتمد أساساً على الطول المبدئى للسلك وعلى مقطع التلاقى وعلى نوع المعدن المصنوع منه السلك وعلى وزن الجسم المعلق عليه . ويمكن حينئذ إجراء تجارب لتحديد ما إذا كانت تلك العوامل تؤثر على زيادة الطول (وهنـــا يستخدم التجريب كمنهج

للاختبار) وإذا كان الأمر كذلك فكيف بالضبط تؤثر على المتغير التابع أى ما هى الصورة الرياضية الخاصة بالتبعية بالضبط (هنا يستخدم التجريب كمنهج للاكتشاف) . وبمعرفة أن طول السلك يتوقف على درجة الحرارة يحتفظ المجرب أولا وقبل كل شيء بدرجة حرارة الجسم ثابتة (ولو أنه فيما بعد قد يغير درجة الحرارة تغييراً منتظماً ليتأكد ما إذا كانت قيم معينة فى الدوال تربط بين زيادة الطول والعوامل الأخرى متوقفة على درجة الحرارة) .

فى التجربة على درجة الحرارة الثابتة تغير العوامل التى يعتقد أنها موافقة لأحد العوامل مرة محتفظين بالعوامل الأخرى ثابتة . وعلى أساس النتائج التى نحصل عليها نصيغ تجريبياً التعميمات التى تعبر عن الزيادة فى الطول كدالة للطول غير الممتد وللوزن وهكذا ومن هناك نتقدم لإقامة صيغة أكثر عموماً تمثل الزيادة فى الطول كدالة لكل المتغيرات التى كانت موضع اختبار .

إذن فى الحالات من هذا النوع والتى يستخدم التجريب فيها كحيلة موجهة مساعدة على الكشف كموجه لاكتشاف الفروض إن مبدأ الاحتفاظ بكل العوامل المناسبة ثابتة عدا واحداً منها يكون ذا معنى طيب . ولكن أقصى ما يمكن عمله بالضبط هو الاحتفاظ بكل العوامل التى يعتقد أنها مناسبة بمعنى الإبقاء على الظاهرة موضع الدراسة ثابتة عدا عامل واحداً : إنه من الممكن دائماً أن تكون بعض العوامل الأخرى الهامة قد أسقطت .

إنها إحدى السمات المدهشة وإحدى الميزات المنهجية الكبرى للعلم الطبيعى ان الكثير من فروضه يقبل الاختبار التجريبى . ولكن الاختبار

التجريبي للفروض من الممكن أن يقال أنه سمة مميزة لكل العلوم الطبيعية وحدها فهم لا يقيم خطا فاصلا بين العلم الطبيعى والاجتماعى لأن إجراءات الاختبار التجريبى تستخدم أيضاً فى علم النفس وعلم الاجتماع ولكن إلى مدى أقل . وأيضاً يتزايد باطراد نطاق الاختبار التجريبى مع التقدم فى التكنولوجيا الأساسية . وأكثر من ذلك ليست كل الفروض فى العلوم الطبيعية تقبل الاختبار التجريبى . وعلى سبيل المثال القانون الذى صاغه ليفيت وشابلى للتغيرات الدورية فى شدة الإضاءة فى خط معين لنجم متغير يسمى كلاسيكيا سفايد . يقرر القانون أنه كلما كانت الفترة فى لمثل هذا النجم أطول ، أى الفاصل الزمانى بين حالتين متعاقبتين من شدة الاضاءة كلما كان ضوءها الذاتى أعظم . وبلغة كمية م = — (١ + ب . فترة طويله . ف) حيث م الجرم الذى يتغير بالتعريف تغيرا عكسيا مع شدة الاضاءة للنجم . يتضمن هذا القانون من الناحية الاستنباطية أى عدد من القضايا الاختبارية التى تقرر ما سيكون عليه جرم سفايد إذا كان لفتراته هذه أو تلك القيمة الخاصة . وعلى سبيل المثال ٣ر٥ يوما أو ٥ر١٧ يوما . ولكن سفايد بفتراته النوعية لا يمكن أن نوجده متى شئنا . ومن ثم لا يمكن أن يختبر القانون تجريبياً . وبالأحرى لا بد للفلكى أن يذرع السموات بحثا عن حالات سفايد جديدة . وعليه بعد ذلك أن يحاول التأكد مما إذا كان حجمها وفترتها يتناسبان مع القانون الافتراضى .

٣ — ٢ دور الفروض المساعدة :

قلنا قبلاً أن اللزومات الاختبارية تستخلص من الفروض موضع الاختبار . إلا أن هذه القضية تشير فقط إلى العلاقة بين الفرض والقضايا التى تستخدم باعتبارها لزوماته الإختبارية . وفى واقع الأمر من الممكن استنباطيا أن

نستخلص من الفرض قضايا شرطية معينة تستخدم كقضايا اختبارية لهذا الفرض وكما رأينا يتضمن قانون ليفهيت / شابلن استنباطيا قضايا من الصورة .

« إذا كان النجم ج فى حالة سفايد وله مدة أيام كثيرة إذن سيكون جرمه كذا وكذا. ولكن غالبا مايكون استخدام اللزوم الاختبارى أقل بساطة وحتما . ولنأخذ على سبيل المثال فرض سيملويز القائل بأن حمى النفاس يحدثها التلوث بالمادة المعدية . لنفحص اللزوم الاختبارى القائل بأنه إذا كان على الأشخاص القائمين على رعاية المرضى أن يغسلوا أيديهم بمحلول الجير المنقى بالكلور فإن نسبة الوفاة حينئذ من حمى النفاس تقل. هذه القضية لا تنتج استنباطيا من الفرض وحده . فاشتقاقها يفترض مسبقا المقدمة الإضافية القائلة بأنه بخلاف الصابون والماء وحدها سيقضى محلول الجير المنقى بالكلور على المادة المعدية . هذه المقدمة التى يسلم بها ضمنا فى البرهان تلعب دوراً فيما نطلق عليه الفرض المساعد فى اشتقاق القضية الاختبارية من فرض سيملويز ومن ثم لا يجوز لنا أن نقرر هنا أنه إذا كان الفرض « ف » صادقا كان اللزوم الاختبارى «ل» كذلك ولكن إذا كان كل من ف والفرض المساعد صادقين كان اللزوم الاختبارى «ل» كذلك .

الاعتماد على الفروض المساعدة هو القاعدة أكثر منه الاستثناء فى اختبار الفروض العلمية وله نتائج هامة لمسألة ما إذا كانت نتيجة من نتائج الاختبار غير موافقة لواحدة من النتائج التى تبين أن « ل » كاذبة . فقط يمكن التمسك بها لدحض الفرض موضع الاختبار .

إذا كانت «ف» وحدها تتضمن «ل» وكانت النتائج الامبريقية تبين

أن ل كاذب كان لا بد من وصف « ف » بكونه كاذباً . ينتج هذا ببرهان الرفع (١٢) ولكن عندما تستخلص «ل» من ف فى تعاطف مع فرض أو أكثر من الفروض المساعدة م يجب أن يستبدل الشكل (١٢) بالشكل الآتى :

إذا كان كل من « ف »، « م » صادقين كانت ل كذلك
ولكن(كما تبين البينة) ل ليس صادقا

ف ، م ليس كلاهما صادقا

ومن ثم إذا كان الاختبار يبين أن «ل» كاذب أمكن أن يستدل عن أن كلا من الفرض والفروض المساعدة المتضمنة فى م لا بد كاذبة . ولذلك لا يمدنا الاختبار بأسباب قوية لرفض « ف » . وعلى سبيل المثال إذا كان الاجراء المطهر الذى أدخله سيملويز قد ترتب عليه انخفاض معدل الوفاة لكان محتملا أن يظل فرض سيملويز صادقا . فالنتيجة السلبية للاختبار قد تعزى إلى عدم فاعلية محلول الجير المنقى بالكور كمطهر .

هذا النوع من المواقف ليس احتمالا مجرداً فحسب . فالفلكى تيخو براهة الذى أمدتنا ملاحظاته الدقيقة بالأساس الامبريقى لقوانين كبلر عن حركة الكواكب السيارة رفض تصور كوبرنيكوس أن الأرض تتحرك حول الشمس وقدم السبب الآتى من بين أسباب أخرى .

إذا كان فرض كوبرنيكوس صادقا كان الاتجاه الذى يرى فيه ملاحظ على الأرض نجما ثابتاً فى السماء فى وقت محدد من النهار لا بد وأن يتغير بالتدريج لأنه فى مجرى الرحلة السنوية للأرض حول الشمس يلاحظ النجم

من نقطة مميزة تتغير باطراد كما يلاحظ طفل على أرجوحة الخيل وجها مشاهداً من نقطة متميزة متغيرة ولذلك يراه فى اتجاه متغير باستمرار على الدوام وبتحديد أكثر إن الاتجاه من الملاحظ إلى النجم لا بد وأن يتغير دوريا بين طرفين فى مقابل النقط المتميزة المناظرة على مدار الأرض حول الشمس . والزاوية المقابلة لهذه النقط تسمى بالاختلاف السنوى للنجم . فكلاهما كان النجم أبعد من الأرض كلما كان اختلاف منظره أضأل . ولقد بحث تيخو براهة قبل إدخال التلسكوب بأدواته البالغة الدقة عن البينة لمثل هذه الحركات التزيحية للنجوم الثوابت ولم يجد بينة واحدة ولذلك رفض الفرض القائل بحركة الأرض . ولكن اللزوم الاختبارى القائل بأن النجوم الثوابت تكشف عن حركات التزيح الملاحظة يمكن أن يستخلص من فرض كوبرنيكوس وحده وبمعاونة الفرض المساعد القائل بأن النجوم الثوابت قريبة من الأرض لدرجة أن حركاتها التزيحية كبيرة بدرجة كافية لرصدها بواسطة أدوات تيخوبراهة . لقد كان تيخوبراهة على وعى بعمل الفرض المساعد واعتقد أن لديه أسبابا لاعتباره صادقاً . ومن ثم أحس بأنه مضطر لطرح تصور كوبرنيكوس . ومنذ هذا الوقت وُجد أن النجوم الثوابت تكشف عن الإزاحات فى مواقع الكواكب . ولكن وجد أن فرض كوبرنيكوس المساعد كان خاطئاً . حتى أقرب النجوم الثوابت كان أشد بعداً مما افترض هو وكذلك تطلبت مقاييس التزيح تلسكوبات قوية وتجهيزات فنية بالغة الدقة . وأول مقياس لتزيح نجمى مقبول بوجه عام أجرى سنة ١٨٣٨ .

وتصل دلالة الفروض المساعدة فى الاختبار إلى أبعد حد . لنفرض أن الفرض «ف» اختبر بضبط اللزوم الاختبارى إذا كان « جـ » إذن « هـ »

الذى يستخلص من ف ومجموعة من الفروض المساعدة « م » يصل الاختبار نهائياً إلى ضبط ما إذا كانت هـ تحدث أو لا تحدث فى موضع اختبار تتحقق فيه الشروط « جـ » وفقاً لأفضل ما يعرفه البا حث . إذا لم تكن هـذه هى الحالة فى واقع الأمر وإذا كانت معدات الاختبار على سبيل المثال خاطئة أو غير حاسمة بالقدر الكافى فقد تخفق هـ فى أن تحدث حتى إذا كان كل من ف ، م صادقا . ولهذا السبب فإن المجموعة الكلية للفروض المساعدة يمكن أن يقال إنهـا تتضمن افتراض أن نظام الاختبار يفى بالشروط الخاصة بـ « جـ » .

هذه النقطة هامة بصفة خاصة عندما يكون الفرض موضع التحقيق قد صمد جيد فى الاختبارات السابقة وكان جزءاً أساسياً من نسق أكبر لفروض متحدة لدرجة أنها تتأيد ببينة أخرى متعارضة . وفى حالة كهذه من المحتمل أن يبذل جهد لتفسير عدم حدوث « هـ » ببيان أن الشروط « جـ » لم تكن مستوفاة فى الاختبار . وكمثال لنفحص الفرض القائل بأن الشحنات الكهربية لها بنية ذرية وأنها جميعاً تضاعيف تكاملية لشحنة الذرة من الكهرباء (الإلكترون) لقى هذا الفرض تأييداً بالغ الأثر من التجارب التى أجراها ميليكيان سنة ١٩٠٩ وما بعدها . فى الشحنة الكهربية للذرة الفردة فى هذه التجارب وقطرات بالغة الصغر من سائل ما من السوائل كالزيت أو الزئبق حددت بقياس سرعات النقط الصغيرة بينما تتساقط فى الهواء بتأثير الجاذبية أو ترتفع بتأثير مجال كهربى مضاد . وجد ميليكيان أن كل الشحنات إما أنها متعادلة متساوية أو تضاعيف تكاملية صغيرة لشحنة أساسية معينة تلك الشحنة التى عينها بناء على ذلك باعتبارها شحنة الكترون . وعلى

أساس القياسات الدقيقة والعديدة أعطى قيمتهـــــا بالوحدات الكهربية الاستاتيكية باعتبارها ٤٫٧٧٤×١٠⁻¹⁰ وسرعان ما تحدى هذا الفرض العالم الفيزيائى أهرنهافت فى فيينا فأعلن أنه كرر تجربة ميليكيان ووجد الشحنات أصغر من الشحنة الالكترونية التى عينها ميليكيان . فى مناقشته لنتائج أهرنهافت[1] اقترح ميليكيان مصادر عديدة محتملة للخطأ (أى انتهاكات لمتطلبات الاختبار) قد تفسر النتائج التجريبية الفلسفية الواضحة لأهرنهافت وذلك كالتبخر أثناء الملاحظة نقص وزن القطيرة ، تكوين قشرة مؤكسدة على قطرات الزئبق المستخدمة فى بعض تجارب أهرنهافت ، التأثير المزعج لجزئيات الغبار العالقة بالهواء ، القطرة التى كانت تستقر على بؤرة التلسكوب المستخدم فى ملاحظتها ، انحراف القطرات الصغيرة جداً عن الشكل الكروى المطلوب . الأخطاء التى يمكن تجنبها فى توقيت حركات الجزئيات الصغيرة وبالإشارة إلى التنسيق من الجزئيات المنحرفة المشاهدة والمسجلة بواسطة باحث آخر أجرى التجربة على قطرات الزيت . يستنتج « ميليكيان » أن التفسير الوحيد الممكن عندئذ والذى يمكن إضفاؤه على هاتين الجزئيتين هو أنه لم تكن هناك كرات من الزيت ، بل جزئيات من الغبار (ص١٦٩ ـــ ١٧٠) ويلاحظ ميليكيان بعد ذلك أن نتائج التكرارات الأكثر دقة لتجربة كانت متفقة أساساً مع النتيجة التى أعلنها قبلا ويستمر أهرنهافت لسنوات طويلة مدافعاً . وبعد ذلك يوسع نتائجه الخـــــاصة بالشحنات تحت الالكترونية ولكن غيره من الفيزيائيين كانوا عاجزين

---

(١) انظر الفصل الثامن من كتاب ميليكان (الألكترون) شيكاغو ـ مطبعة جامعة شيكاغو سنة ١٩١٧ أعيد طبعه مع مقدمة من Z.W.M Dumond سنة ١٩٦٣

عن إعادة توليد نتائجه وبقى مصانا التصور الذرى للشحنة الكهربية غير أن قيمة ميليكيان العددية للشحنة الإلكترونية وجد مؤخراً أنها بالغة الصغر نوعا ما . ومن المثير أن الانحراف كان أثراً خطأ فى أحد الفروض المساعدة الخاصة بميليكيان . إذا استخدم قيمة منخفضة للغاية للزوجة الهواء فى تقييم معطيات قطرة زيتية .

٣ — ٣ الاختبارات الحاسمة :

إن الملاحظات السابقة ذات أهمية أيضا لفكرة الاختبار الحاسم التى يمكن أن توصف بإيجاز على النحو التالى افرض أن $ف_١$، $ف_٢$ فرضان متنافسان بخصوص موضوع معين وأنهما صمدا إلى حد بعيد وبقدر متساو فى الاختبارات الامبريقية لدرجة أن البينة التى فى متناول أيدينا لا تفضل أحدهما على الآخر . يمكن التوصل إلى اتخاذ قرار بشأنهما إذ أمكن تحديد اختبار للفرضين يتنبأ بنتائج متضاربة أى إذا كان بالنسبة لنوع معين من شروط الاختبار ط أنتج الفرض الأول اللزوم الاختبارى القائل « إذا كان ط إذن $هـ_١$ » وأنتج الفرض الثانى اللزوم الاختبارى القائل « إذا كان ط إذن $هـ_٢$ » حيث $هـ_١$ ، $هـ_٢$ نتيجتان استبعاديتان بالتبادل .

إجراء الاختبار الحاسم من المفترض أن يدحض أحد الفرضين ويؤيد الآخر : إن مثالا كلاسيكياً هو التجربة التى أجراها فوكيه لاتخاذ قرار بصدد تصورين عن طبيعة الضوء متنافسين . أحد التصورين قدمه هايجنز وطوره فيما بعد فريزنيل ويونج اللذان قالا بأن الضوء يتألف من موجات عرضية منتشرة فى وسط أثيرى وكان التصور الثانى لطبيعة الضوء هو تصور نيوتن الجسيمى القائل بأن الضوء يتألف من جزيئات صغيرة للغاية متطايرة بسرعة

فائقة . كلا التصورين سمح باستخلاص النتيجة القائلة بأن أشعة الضوء لا بد وأن تتطابق مع قوانين الانتشار للأشعة الضوئية فى خطوط مستقيمة وكذلك قوانين الانعكاس والانكسار الضوئية . ولكن التصور الموجى أدى إلى اللزوم الاختبارى القائل بأن الضوء يسير فى الهواء أسرع منه فى الماء بينما التصور الجسيمى يؤدى إلى نتيجة مضادة . وفى سنة ١٥٨٠ نجح فوكيه فى إجراء تجربة قارن فيها بين سرعة الضوء فى الهواء مباشرة فأنتجت صورتين لنقطتين ضوئيتين منبعثتين بواسطة أشعة الضوء المارة عبر الهواء والماء على التوالى ، ثم تمكسان فى مرآة تدور بسرعة فائقة واعتماداً على أن سرعة الضوء فى الهواء أعظم أو أقل منها فى الماء تظهر صورة المصدر الضوئى الأول إلى اليمين أو اليسار من المصدر الضوئى الثانى . ولذلك أمكن أن توضع بإيجاز اللزومات الاختبارية المتضاربة التى تضبطها هذه التجربة على النحو الآتى :

إذا أجريت تجربة فوكيه تظهر الصورة الأولى إلى يمين الصورة الثانية وإذا أجريت تجربة فوكيه تظهر الصورة الأولى إلى يسار الصورة الثانية . وقد أبانت التجربة عن أن اللزوم الاختبارى الأول كان صادقا . واعتبرت هذه النتيجة دحضاً على نطاق واسع للتصور الجسيمى عن الضوء وانتصاراً حاسماً للتصور الموجى . ولكن هذا الاستحسان للتصور الموجى وعلى الرغم من كونه طبيعياً غالى فى تقدير قوة الاختبار لأن القضية القائلة بأن الضوء يسير فى الماء أسرع منه فى الهواء لا تنتج ببساطة من التصور العام لأشعة الضوء باعتبارها تيارات من الجزئيات . فذلك الافتراض غير محدود بقدر كبير ولحد أنه لا ينتج نتائج كمية معينة .

واللزومات الاختبارية لقوانين الانعكاس والانكسار الضوئتين وقضية سرعة الضوء فى الهواء وفى الماء يمكن استخلاصها عندما يكون التصور الجسيمى تاماً بافتراضات نوعية خاصة بحركة الجسيات والتأثير الواقع عليها من الوسط المحيط بها . لقد حدد نيوتن هذه الافتراضات وفى عمله هذا قدم نظرية محددة خاصة بانتشار للضوء[1] .

إنها المجموعة الكلية لتلك المبادئ النظرية الأساسية التى تؤدى إلى نتائج مختبرة تجريبياً كتلك التى اختبرها فوكيه. وبالمثل تمت صياغة التصور الموجى كنظرية تأسست على مجموعة من الافتراضات النوعية عن انتشار موجات الأثير فى أوساط بصرية مختلفة إنها هذه المجموعة من المبادئ النظرية التى تضمنت قوانين الانعكاس والانكسار الضوئيين والقضية القائلة بأن سرعة الضوء فى الهواء أعظم منه فى الماء. وبالتالى بفضل صدق كل الفروض الأخرى المساعدة تجيز لنا المحصلة النهائية لتجربة فوكية أن نستنتج أنه ليست كل الافتراضات الأساسية أو المبادئ للنظرية الجسيمية من الممكن أن تكون صادقة ، على الأقل أحد الفرضين لا بد وأن يكون كاذباً . ولكنها لا تخبرنا أيها الذى يتعين علينا دحضه من هنا يبقى احتمال أن الجزئيات الشبيهة بالقذائف التى تلعب دوراً فى انتشار الضوء يمكن الاحتفاظ بها فى صوره معدلة إلىحد ماتحددها مجموعةمن القوانين الأساسية. وفى سنة ١٩٠٥ عرض أينشتين رواية معدلة للتصور الجسيمى فى نظريته عن كمات أو فوتونات الضوء كما تأتى لها أن تسمى . والبينة التى استشهد بها فى تأييد نظريته تضمنت تجربة أجراها لينارد سنة ١٩٠٣ وصفها أينشتين بأنها

(١) صورة ووظيفة النظريات ستفحص فيما بعد فى الفصل السادس .

التجربة الثانية الحاكمة بخصوص التصورين الموجى والجسيمى ولاحظ أنها استبعدت النظرية الموجية الكلاسيكية والتى استبدلت فيها فى ذلك الوقت فكرة الذبذبات المترددة فى الأثير بفكرة عن الموجات المغناطيسية المستعرضة طورها ماكسويل وهرتز . تجربة لينارد متضمنة الأثر الفوتوكهربى يمكن النظر اليها باعتبار أنها تختبر التضيتين الزوميتين المتنافستين بخصوص طاقة الضوء . إن نقطة من النقط المشعة ولتكن «ن» يمكن أن تنتقل خلال وحدة زمانية ثابتة إلا حد ما إلى حائل صغير يكون منتصباً للأشعة الضوئية .

على أساس النظرية الموجية الكلاسيكية تتناقص تدريجياً وباستمرار طاقة الضوء فى اتجاه الصفر كلما تحرك الحائل بعيداً عن النقطة «ن» .

وعلى أساس نظرية الفوتون لا بد وأن تكون الطاقة تلك التى يحملها فوتون منفرد إذا لم يصطدم الفوتون بالحائل خلال الفترة الزمنية المحددة . فى هذه الحالة تكون الطاقة المستقبلة صفراً . ومن ثم لن يكون ثمة تناقص مستمر نحو الصفر .

لقد تمخضت تجربة لينارد عن هذا البديل الأخير إلا أن التصور الموجى مع ذلك لم يطرح تماما وقد أوضحت نتيجة التجربة مدى الحاجة إلى بعض التعديل فى نسق الافتراضات الأساسية للنظرية الموجية . لقد حاول أينشتين أن يعدل النظرية الكلاسيكية إلى أدنى حد ممكن[1] إن التجربة إجمالا لا يمكن أن تدحض تماما واحداً من الفرضين المتنافسين . ولا تستطيع أن تثبت أو تقيم بالتحديد أحدهما . لأنه كما لا حظنا فى القسم ٢/٢ لا يمكن أن

---

(١) نوقش هذا المثال باستفاضة فى الفصل الثامن من كتاب فرانك (فلسفة العلم) انجلوود كليفز ن . ج برنتس هول الكتب الطباعة سنة ١٩٦٢ .

تبرهن الفروض والنظريات العلميـــــة بشـكل حاسم بواسطة مجموعة من المعطيات التى فى متناول أيدينا لا يهم كم هى دقيقة وشاملة. يتضح هذا بوجه خاص بالنسبة للفروض والنظريات التى تتضمن قوانين عامة كما فى الظواهر التى لا تشاهد مباشرة كما فى حالة النظريات الضوئية المتنافسة أو بالنسبة للظواهر التى تقبل المشاهدة والقياس كما فى حالة السقوط الحر.

يشير قانون جاليليو فى سقوط الأجسام إلى الشواهد للسقوط الحر فى الماضى والحاضر والمستقبل فى حين أن البينة المتاحة يمكن أن تستوفى فقط تلك المجموعة الصغيرة من الحالات المنتمية إلى الماضى والتى تمت فيهـا القياسات الدقيقة. وإذا كان قانون جاليليو مستوفيا الحالات موضع الملاحظة فمن الواضح أن هذا لا يحول دون إمكانية أن بعض الحالات غير الملاحظة فى الماضى أو المستقبل قد لا تتطابق معه أو باختصار لا يستطيع الاختبار الحاسم أن يبطل فرضاً ويثبت آخر. وعلى هذا النحو استقر فى الأذهان أن التجربة الحاسمة مستحيلة فى العلم[1] ولـكن تجربة كتجربة فوكيه أو تجربة لينارد قد تـكون حاسمة بمعنى عملى أقل تحديداً. فقد ترجح واحدة من النظريتين المتنافستين باعتبارها غير وافية بالغرض لدرجة كافية وتمنح تأييداً قويا لمنافستها: ونتيجة لذلك قد تحدث تأثيراً حاسما فى اتجاهات التنظير والتجريب التاليين:

---

(١) هذه هى الفتوى المشهورة للفزيائى الفرنسى والمؤرخ للعلم بيير دوهيم انظر الجزء الثانى الفصل السادس من كتابه (هدف وبينة النظرية الفزيائية ترجمة P.P. Wiener برنستون مطبعة جامعة برنستون سنة ١٩٥٤ نشر أصلا سنة ١٩٠٥ فى مقدمته للترجمة الانجليزية يضمن لويس دى بروليه بعض الملاحظات المثيرة عن هذه الفـكرة.

٣ — ٤ الفروض العينية :

إذا كانت طريقة من الطرق الخاصة باختبار الفرض «ف» تفترض قبلاً الفروض المساعدة م١ ، م٢ — مهـ أى إذا استخدمت هذه الفروض كمقدمات إضافية فى اشتقاق اللزوم الاختبارى المناسب ل من ف فكما رأينا قبلا يكون إذن نتيجة سلبية للاختبار تبين أن « ل » كاذبة وأن ف أو أحد الفروض المساعدة لا بد وأن يكون كاذبا وأن تغييرا ما لا بد وأن يتم فى موضع ما فى هذه المجموعة من القضايا إذا أريد لنتيجة الاختبار أن تكون مناسبة . إن تعديلا ملائما قد يتم بتعديل « ف » أو طرحه تماما أو إجراء تغيير فى نسق الفروض المساعدة . ومبدئيا قد يكون ممكنا الإبقاء على «ف» حتى فى مواجهة نتائج الاختبار المخالفة بدرجة كبيرة. وذلك بشرط أن تكون لدينا الرغبة فى القيام بمراجعات أساسية بين الفروض المساعدة وبدرجة شاقة وعسيرة .

على أن العلم ليس مهتما على هذا النحو بالاحتفاظ بفروضه ونظرياته مهما كانت التكلفة ولأجل دواع طيبة لنختبر مثالا : قبل أن يقدم تورشيلى تصوره لضغط بحر من الهواء كان يفسر عمل المضخات الرافعة بفكرة أن الطبيعة تكره الخلاء وأن الماء نتيجة لذلك يندفع صعودا فى ماسورة المضخة لشغل الفراغ الذى خلّفه رفع الغطاء . واستخدمت نفس الفكرة أيضا لتفسير ظواهر أخرى عديدة .

وعندما كتب باسكال إلى بيريه سائلا إياه القيام بتجربة باى دى دوم كانت حجته فى ذلك أن النتيجة المتوقعة قد تكون دحضا تاما لذلك التصور.

فإذا تصادف أن كان ارتفاع الزئبق السريع أقل عند قمة الجبل منه عند السفح لنتج بالضرورة أن كثافة وضغط الهواء كان السبب الوحيد لهذا التعلق للزئبق وليس كره الطبيعة للخلاء فمن المؤكد أن هواءاً كثيراً يضغط على سفح الجبل أكثر مما هنالك عند القمة[1] .

لا يمكن المرء أن يقول أن الطبيعة تكرة الخلاء عند سفح الجبل أكثر منه عند قمته · ولكن الملاحظة الأخيرة تشير بالفعل إلى طريقة من الطرق التى أمكن فيها إنقاذ تصور الفراغ المفزع فى مواجهة نتائج بيريه . نتائج بيريه بينة قاطعة ضد ذلك التصور عن الفرض المساعد القائل بأن قوة الفزع لا تتوقف على الوضع (المحل) للتوفيق بين بينة بيريه الظاهرة التضاد وفكرة الفراغ المفزع . يكفى أن نقدم بدلا منها الفرض المساعد القائل بأن كره الطبيعة للخلاء يتناقص مع زيادة الارتفاع . ولكن حيث أن هذا الفرض ليس مستحيلا من الناحية المنطقية وليس ظاهر البطلان فهو يقبل المعارضة من وجهة نظر العلم لأنه يكون قد قدم فرضاً عينياً أى لأجل غرض وحيد هو إنقاذ فرض مهدد من بينة معارضة تهديداً خطيراً قد لا تستدعيه نتائج أخرى · وهو لا يؤدى إلى لزومات اختبارية إضافية . ففرض ضغط الهواء من ناحية أخرى يؤدى إلى مزيد من اللزومات . ويذكر باسكال على سبيل المثال أنه إذا حمل بالون منتفخ جزئياً إلى أعلى جبل لكان أكثر انتفاخا على القمة .

وحوالى منتصف القرن السابع عشر تمسكت مجموعة من الفزيائيين القائلين

---

(١) من خطـاب باسكال فى ١٥ نوفبر سنة ١٦٤٧ فى ترجمة سبيرز رسائل : باسكال الفزيائية · نيويورك ـ مطبعة جامعة كولومبيا سنة ١٩٣٧ ص ١٠١ ·

بالملاء بأن الخلاء لا وجود له فى الطبيعة وأنه كى ننقذ هذا الفرض فى مواجهة تجربة تورشيللى قدم أحدهم فرضاً عينياً مؤداه أن الزئبق كان قائما فى مكانه بواسطة « الحبل السرى » ثمة خيط غير مرئى بواسطته يعلق من أعلى السطح الداخلى للأنبوبة الزجاجية . ووفقا لنظرية هامة من الناحية المبدئية نمت فى القرن الثامن عشر وهى القائلة :

بأن احتراق المعادن يتضمن تطاير الجوهر المسمى « الفلوجستين » .

كان هذا التصور مطروحا مؤخراً استجابة للعمل التجريبى الذى قام به لافوازيه والذى بين أن الناتج النهائى لعملية الاحتراق أكبر وزنا من المعدن الأصلى . ولكن بعض الأتباع المتشيعين بنظرية الفلوجستين حاولوا التوفيق بين تصورهم ونتيجة لافوازيه بتقديم فرض عينى قائل إن الفلوجستين له وزن سالب بحيث أن تطايره يزيد وزن المتخلف عن الاحتراق

إلا أننا ينبغى أن نذكر أنه مع الإفادة من التصور الأخير يبدو من الميسور أن نطرح تصورات علمية معينة من الماضى باعتبارها فروضا عينية بينما يكون من الصعوبة أن نصدر حكما على الفرض موضع الدراسة فى سياق معاصر . ففى واقع الأمر ليس ثمة معيار دقيق للفروض العينية مع أن الأسئلة المقترحة مبكرا تزودنا ببعض الاسترشاد . هل الفرض المقدم فقط لإنقاذ تصور متعارف ضد بينة مخالفة أم يفسر ظواهر أخرى هل ينتج لزومات اختبارية متميزة . وثمة اعتبار آخر له ماينساسبه إذا كان الكثير من الفروض يتعين تقديمها للتوفيق بين تصور أساسى معين وبينة جديدة فى متناول أيدينا فإن النسق الكلى الناتج يصبح فى نهاية الأمر معقدا لدرجة أنه لا بد وأن ينهار عند تقديم تصور بديل بسيط .

٣ — ٥ القابلية للاختبار من حيث المبدأ والمحتوى الامبريقى :

كما تبين من المناقشة السابقة ليس ثمة قضية أو مجموعة من القضايا « ق » يمكن تقديمها باعتبارها فروضا أو نظريات هامة ما لم تخضع للاختبار الامبريقى على الأقل من حيث المبدأ . ويعنى هذا أنه يمكن أن نستخلص من « ق » بالمعنى الواسع الذى تناولناه لزومات (قضايا لزومية) اختبارية معينة ذات الصورة « إذا تحققت شروط الاختبار ج يحدث إذن الناتج هـ » . ولكن الشروط الاختبارية لا تحتاج لأن تتحقق أو أن تكون قابلة للتحقق تكنولوجيا فى الوقت الذى تعرض فيه أو تنظر «ق» . وعلى سبيل المثال الغرض القائل بأن المسافة التى يقطعها فى ق من الثوانى جسم يسقط سقوطا حرا من السكون بالقرب من سطح القمر هى س = ٢ر٧ ق٢ (قدما مربعا) إنها استنباطيا تنتج مجموعة من القضايا اللزومية الاختبارية إلى حد أن المسافات التى يقطعها مثل هذا الجسم فى ١ ، ٢ ، ٣ من الثوانى ستكون ٢ر٧ ، ٨ر١٠ ، ٣ر٢٤ قدما مربعا . وعندئذ يكون الفرض قابلا للاختبار من حيث المبدأ ولو أنه لا يزال من المستحيل إجراء الاختبار المعين هنا .

ولكن إذا كانت قضية ما من القضايا أو مجموعة من القضايا ليست قابلة للاختبار على الأقل من حيث المبدأ وبعبارة أخرى إذا لم تكن لها لزومات اختبارية على الإطلاق . لما أمكن تقديمها أو التفكير فيها باعتبارها فرضا علميا أو نظرية علمية لأنه ليس ثمة ناتج امبريقى ممكن تصوره بحيث يتفق أو يتضارب معها وفى هذه الحالة لن تكون ثمة علاقة للقضية بالظواهر الإمبريقية أو بمعنى آخر نقول إنها تفتقر المحتوى الامبريقى . وعلى سبيل المثال وجهة النظر القائلة بأن التجاذب الجاذبى المتبادل للأجسام الفيزيقية

هو إظهار لشهوات أو نزعات طبيعية وثيقة الصلة بالحب موجودة فى تلك الأجسام بالفطرة تجعل حركاتها الطبيعية مقبوله وممكنة[١] .

أى لزومات اختبارية يمكن استخلاصها من هذا التفسير للظواهر الجاذبة اذا ما اختبرنا بعض الأوجه المميزة للحب فى معناه المشهور لوجدنا أن هذه النظرة تتضمن أن التجاذب الجاذبى لا بد وأن يكون ظاهرة انتقائية . وليس مجرد أن كل جسمين فيزيقيين لا بد وأن ينجذبا لبعضهما . وليس بالضرورة أن قوة الميل من جسم لآخر مساوية دائما لقوة الجسم المقابل له ولا هى بالضرورة تتوقف على كتل الأجسام أو أبعادها . ولما كانت النتائج المقترحة على هذا النحو من المعروف بطلانها كان واضحا أن التصور الذى نختبره لا يعنى تضمنها. فذلك التصور يدعى فحسب أن الميول الطبيعية الكامنة فى التجاذب الجاذبى مرتبطة بالحب . ولكن هذا التقرير بحالته الراهنة مضلل لدرجة أنه يحول دون استخلاص لزومات أى اختبارية. وليس ثمة نتائج امبريقية معينه يستدعيها هذا التفسير . ولا يمكن لأى معطيات موضع ملاحظة أو تجربة أن تؤيده أو تعارضه . فليس له لزومات تتعلق بالظواهر الجاذبة وبالتالى يستحيل أن يفسرها أو أن يجعلها مقبولة . ولمزيد من الإيضاح نفترض أنه كان على شخص ما أن يقدم فرضا بديلا يقول بأن الأجسام الفيزيقية يجذب كل منها الآخر جاذبيا وينزع الواحد منها إلى التحرك نحو الآخر عن ميل طبيعى شبيه بالكراهية مع ميل طبيعى إلى أن تصدم وتدمر غيرها من الأجسام الفيزيقية هل ثمة سبيل للحكم على هاتين

---

(١) عرضت هذه الفكرة على سبيل المثال فى كتاب (أوبر اين) الجاذبية والحب كمبدءين متوحدين « التومائية جلد ١ ، ٢ سنة ١٩٥٨ ص ١٨٤ — ١٩٣ .

النظريتين المتعارضتين . من الواضح أن الجواب بالنفى .

لا ينتج عن أيهما قضايا لزومية اختبـــارية ، والتمييز الامبريقى بينهما مستحيل . ولا يعنى هذا أن الموضوع عميق لدرجة أنه يستعصى على القرار العلمى . فالتفسيران المتعارضان حرفياً لا يقدمان تبريراً على الإطلاق ومن ثم مسألة ما إذا كانا صادقين أم كاذبين ليست بذات معنى . وهذا هو السبب فى أن البحث العلمى لا يمكن أن يفصل بينهما . فهذه أشباه فروض من حيث المظهر فقط ومع ذلك ينبغى أن يستقر فى الأذهان أن الفرض العلمى تنتج عنه قضايا لزومية تختبر فقط عندما يرتبط بفروض مساعدة مناسبة . وهكذا فإن تصور تورشيللى عن الضغط الذى يمارسه بحر من الهواء ينتج عنه لزومات اختبارية محدودة على اعتبار أن ضغط الهواء عرضة لقوانين مماثلة لتلك التى يخضع لها ضغط الهواء .

وعلى سبيل المثال يكمن هذا الفرض فى تجربة باى دى دوم وفى الحكم على احتواء الفرض المقدم لمحتوى امبريقى . ولذلك لا بد وأن نسأل أنفسنا عن الفروض المساعدة التى افترضت قبلا صراحة أو ضمنا فى السياق المعطى وما إذا كانت هذه الفروض تتسق مع السياق . ينتج الفرض المقدم قضايا لزومية اختبارية (غير تلك التى تستخلص من الفروض المساعدة وحدها) .

وفضلا عن ذلك غالباً ما يتم إدخال الفكرة العلمية فى صورة أولية تقدم فقط إمكانيات محدودة وواهية للاختبار وعلى أساس هذه الاختبارات الأولية نقدم صورة أكثر تحديداً ودقة وتقبل الاختبار بشكل مخالف .

ولهذه الأسباب ولأسباب أخرى تذهب بنا بعيداً[1] .

ليس ممكنا أن نرسم حداً فاصلا بين الفروض والنظريات التى تقبل الاختبار من حيث المبدأ وتلك التى لا تقبل . ولكن على الرغم من أن التمييز المشار اليه هنا غامض بعض الشيء إلا أنه هام وينير السبيل أمام تقدير مغزى القوة التفسيرية للفروض والنظريات المندمة .

٤ ـ محكات التأييد والقبول :

كما لاحظنا قبلا لا تستطيع النتيجة الموافقة لاختبارات شاملة دقيقة أن تزودنا ببرهان حاسم لفرض من الفروض . بل فقط ببينة مؤيدة بدرجة أكبر أو أصغر . وتعتمد قوة التأييد لفرض من الفروض على خصائص متباينة للبينة . تلك الخصائص هى التى نتناولها الآن فيما نطلق عليه القبول العلمى لفرض من الفروض . فإن العامل الهام هو بالطبع مدى وطابع البينة التى فى متناول أيدينا وقوة التأييد الذى تمنحه البينة للفرض . هناك عوامل أخرى تدخل فى الاعتبار نقوم بمسحها فى هذا الفصل. نتكلم أولا وبطريقة حدسية إلى حد ما عن التأييد الأكثر أوالأقل قوة لعوامل تقوى أوتضعف الثقة بالفرض . وفى نهاية الفصل نعرض لإمكانية التفسير الكمى الدقيق للفروض .

٤ ـــ ١ كمية ونوعية ودقة البينة المؤيدة :

فى غياب البينة المناسبة ينظر إلى تأييد الفرض من الفروض على أنه يزود

---

(١) نوقشت هذه المسألة بتفصيل أوسع فى مجلد آخر من هذه السلسلة : وليم ألستون : « فلسفة اللغة » الفصل الرابع ، وتوجد مناقشة فنية كاملة فى مقالة « المحكات الامبريقية للمعرفية ـ مشكلات وتغيرات فى كتاب كارل همبل « أوجه التفسير العلمى » نيويورك المطبعة الحرة سنة ١٩٦٥ .

بزيادة عدد النتائج الاختبارية المواتية . وعلى سبيل المثال كل متغير جديد من حالات سفايد الذى وجد أن فترته واستنارته تتفق وقانون ليفيت اشابلى ينظر إليه باعتبار أنه تأييد للقانون عن طريق البينة ، تفصيلا نقول أن الزيادة فى التأييد الناتج عن شاهد واحد إيجابى ستصبح بوجه عام أقل كلما زاد عدد الشواهد المؤيدة القائمة قبلا . إذا كانت الآلاف من الشواهد المؤيدة فى متناول أيدينا كانت إضافة شاهد إيجابى جديد رافعة لدرجة التأييد ولكن إلى حد قليل .

هذه الملاحظة لا بد من تعديلها . إذا كانت الحالات السابقة قد حصلنا عليها باختبارات من نفس النوع . والنتيجة الجديدة هى النتيجة المترتبة على نوع مختلف من الاختبار .

كان تأييد الفرض لا بد وأن يزيد بطريقة متميزة . تأييد الفرض من الفروض لا يعتمد فقط على كم البينة الموافقة التى فى متناول أيدينا ولكن أيضا على تنوعها . فكلما كان التنوع شديدا كلما كان التأييد للنتيجة أقوى ولنفرض على سبيل المثال أن الفرض موضع البحث هو قانون سنيل الذى يقرر أن الشعاع الضوئى ينحرف من وسط بصرى إلى وسط آخر وينعكس على السطح الفاصل بحيث أن النسبة جا ا / جا ب لجيوب زوايا السقوط والانكسار تكون ثابتة لكل وسطين .

نقارن الآن ثلاث مجموعات من كل مائة اختبار . فى المجموعة الأولى يظل الوسطان وزوايا السقوط ثابتة . فى كل تجربة يمر الشعاع الضوئى من الهواء إلى الماء بزاوية سقوط مقدارها ٣٠ درجة . زاوية الإنكسار تقاس . لنفرض أنه فى كل الحالات $\frac{\text{جا ا}}{\text{جا ب}}$ له نفس القيمة . فى المجموعة الثانية يظل الوسطان

ثابتين ولـكن زاوية ا تتغير . يمر الشعاع من الهواء إلى الماء بزوايا مختلفة. تقاس الزاوية « ب » .

ومرة أخرى لنفرض أن $\frac{\text{جا ا}}{\text{جا ب}}$ له نفس القيمة فى كل الأحوال فى المجموعة الثالثة يتغير الوسطان والزاوية ا ونفحص ٢٥ زوجا لمختلف الأوساط إذ لـكل زوج أربع زوايا مختلفه . ولنفرض أنه بالنسبة لـكل وسطين القيم الأربع المترابطة لنسبة $\frac{\text{جا ا}}{\text{جا ب}}$ متساوية بينما النسب المترابطة مع أزواج مختلفة لها قيم مختلفة .

تمثل كل مجموعة اختبار فئة من النتائج المناسبة من حيث أن النسب المترابطة مع أى وسطين وجد أنها متساوية كما فى قانون سنيل ولـكن المجموعة الثالثة التى تقدم التباين الأعظم للشواهد الإيجابية ينظر اليها باعتبار أنها مؤيدة للقانون بدرجة أكبر من المجموعة الثانية التى تزود بشواهد مؤيدة لتباين أكثر تحديدا . والفئة الأولى يتفق على أنها لا تمنح تأييدا للقانون ولو بدرجة أقل .

فى الواقع قد يبدو أن التجربة يتم اجراؤها أكثر من مرة فى المجموعة الأولى . والنتيجة الايجابية فى كل مائة حالة يمكن أن تؤيد الفرض ليس بدرجة أكبر مما يفعل الاختباران الأولان فى المجموعة واللذان يؤكدان ثبات النسبة . ولـكن هذه الفكرة خاطئة فما تـكرر هنا مائة مرة ليس حرفيا نفس التجربة . فاجراء التجربة لمرات عديدة يؤدى الى الاختلاف فى وجوه كثيرة . وذلك مثل بعد الجهاز المستخدم فى التجربة عن القمر وربما حرارة المصدر الضوئى للضغط الجوى وهكذا . والذى يبقى بعد ذلك هو ببساطة مجموعة معينة من الشروط تتضمن زاوية سقوط ثابتة ووسطين معينين وحتما اذا

كان القياسان الأولان ينتجان فى كل هذه الظروف نفس القيمة $\frac{\text{جا ا}}{\text{جا ب}}$ يبقى ممكنا من الناحية المنطقية أن تنتج الاختبارات التالية فى ظل الظروف المعينة قيما مختلفة . فالاختبارات المتكررة التى تنتج نتائج موافقة تضيف إلى تأييد الفرض بدرجة أقل مما تفعل الاختبارات المتنوعة فى متناولها لقطاع أوسع وأبين من الشواهد .

لقد كان بمقدور سيملويز الإشارة إلى قدر معقول من التباين بين المطيات التى منحت تأييدا بالبينة لفرضه الأخير . فغالبا ما تتأيد النظريات العلمية بالنتائج الامبريقية ذات التباين الشديد وعلى سبيل المثال تتضمن نظرية نيوتن عن الجاذبية والحركة قوانين للسقوط الحر ولحركة البندول وحركة القمر حول الأرض وحركة الأفلاك حول الشمس وبالنسبة لحركة المدارات المذنبات والتوابع السيارة من صنع الانسان وبالنسبة للحركة الازدواجية للنجوم حول نفسها وبالنسبة لظواهر المد والجزر والكثير الكثير تمنح النتائج التجريبية والملاحظية المتباينة والمعضدة لتلك القوانين تأييدا لنظرية نيوتن . والسبب فى أن تباين البينة هام فى تأييد الفروض قد يوحى به الاعتبار التالى الذى يشير إلى مثالنا عن الاختبارات المتنوعة لقانون سنيل . الفرض موضع الاختبار - ولنطلق عليه س للاختصار - يشير إلى وسطين بصريين ويقرر أنه بالنسبة لأى وسطين $\frac{\text{جا ا}}{\text{جا ب}}$ لها نفس القيمة بالنسبة لزوايا السقوط والانكسار كلما كان المدى الذى تجرى فيه التجربة أوسع كلما كانت فرصة إيجاد شاهد معارض أكبر إذا كان «س» لا بد وأن يكون كاذبا . وعلى هذا النحو يقال إن المجموعة الأولى تختبر فرضا أكثر تحديدا «س» الذى يعبر فقط عن جزء بسيط من قانون سنيل ألا وهو $\frac{\text{جا ا}}{\text{جا ب}}$ لها نفس القيمة كلما كان الوسطان هما

الهواء والماء وإن الزاوية ا مقدارها ٣٠° ومن ثم إذا كان س١ لا بد وأن يكون صادقا بينما س كاذب فلن تسفر المجموعة الأولى من الاختبارات عن هذه النتيجة .

وبالمثل المجموعة الثانية من اختبارات الفرض س١ التي تقرر بوضوح أكثر من س١ ولكن بدرجة أقل من س أن $\frac{\text{جا ا}}{\text{جا ب}}$ لها نفس القيمة إذا كان لها نفس القيمة إذا كان الوسطان هما الهواء والماء ومن ثم إذا كان لـ س١ أن يكون صادقا بينما س كاذب فلن تقسر المجموعة الثانية من الاختبارات عن هذه النتيجة ، وهكذا يمكن أن يقال إن المجموعة الثالثة تختبر قانون سنيل بطريقة أتم من المجموعتين السابقتين. فثمة نتيجة مناسبة تمنح الفرض وفقا لذلك تأييدا .

وكإيضاح لقوة البينة المتباينة نلاحظ أنه إذا كان التباين فى البينة لم يزل يتزايد كثيرا بتغيير درجة حرارة الأوساط البصرية أو باستخدام شعاع ضوئى وحيد اللون لأطوال موجية مختلفة فقد نجد قانون سنيل فى صورته الكلاسيكية التى استعنا بها قبلا باطلا .

ولكن ألم نغال فى تقدير البينة المتباينة، بعد كل ما ذكرنا قد ينظر لبعض الوسائل فى زيادة التنوع على أنها بغير معنى على أساس أنها لا تقدر على تأييد الفرض ، يصدق هذا الرأى على سبيل المثال إذا كان التنوع فى المجموعة الاختبارية الأولى لقانون سنيل يزيد بإجراء التجارب فى أماكن مختلفة وخلال الأوجه المختلفة للقمر وبأشخاص مجربين ذوى أنظار مختلفة، ولكن محاولة مثل هذا التنويع مستحيلة إذا لم تكن لدينا أدنى معرفة عن العوامل التى من المحتمل أن تؤثر على الظواهر الضوئية ، وعلى سبيل المثال فى الوقت الذى

أجريت فيه تجربة پاى دى دوم لم تنكن لدى المجربين أفكار محددة عن العوامل الأخرى التى يمكن أن تؤثر على طول عمود الزئبق فى البارومتر بخلاف الارتفاع .

وحين أجرى صهر باسكال ومعاونوه تجربة تورشيللى على قمة الجبل ووجدوا أن عمود الزئبق أقصر بما يزيد عن ثلاث بوصات عنه عند سطح الجبل قرروا أن يعيدوا التجربة مغيرين الظروف بشتى الطرق وكما يقول بيرييه فى تقريره .

إننى لذلك حاولت نفس الشىء أكثر من خمس مرات بدقة بالغة فى مواضع مختلفة على قمة الجبل مرة تحت غطاء فى كنيسة صغيرة كانت هناك ومرة فى العراء ومرة فى ملتجأ . ومرة فى الريح ومرة فى جو معتدل . وفى كل هذه المحاولات كان الارتفاع نفسه لعمود الزئبق . هذه النتيجة أقنعتنا تماما[1] وهكذا وصف طرق معينة لتنويع التجربة باعتبارها هامة وطرق أخرى باعتبارها بغير معنى يعتمد على الافتراضات الخلفية التى تقبلها كنتيجة للبحث السابق الخاص بالتأثيرات المحتملة للعوامل المتنوعة على الظاهرة التى يعنى بها الغرض وعندما تكون مثل هذه الافتراضات موضع تساؤل والتباينات التجريبية وفقا لهذا مقدمة بغير معنى فقد تكون النتيجة . كشفا ثوريا .

يتضح هذا بما جرى أخيرا من هدم لأحد الافتراضات الدعامية الأساسية فى الفيزيقا مبدأ الاعتدال . وفقا لهذا المبدأ تكون قوانين الطبيعة متناصفة بين اليمين واليسار وإذا كان ثمة نوع معين من الاجراءات الفيزيقية ممكنا (أى إذا لم يكن حدوثه تعوقه قوانين الطبيعة) فعلى هذا النحو تكون

(١) و . ف . مارجى ، المحرر ، المصدر فى الفيزياء ص ٧٤ .

صورته المرئية (كما ترى فى المرآة) أى كما ترى فى المرآة العاكسة حيث اليمين واليسار متبادلين . وفى سنة ١٩٥٦ كان العالمان يانج ولى يحاولان تفسير بعض النتائج التجريبية المحيرة والخاصة بالجزئيات الأساسية فاقترحا تنحية مبدأ الاعتدال فى حالات معينة . ولقى فرضهما الجزئى تأييدا تجريبيا واضحا . فى بعض الأحيان من الممكن أن يصير الاختبار أكثر حسما ونتيجته أكبر وزنا بزيادة الدقة فى إجراءات الملاحظة والقياس المتضمن . وعلى هذا النحو الفرضى الخاص بذاتية الكتلة الجاذبة والقصرية والذى أيدته المساواة فى عجلات السرعة ، البينة فى السقوط الحر للأجسام من مختلف التركيبات الكيمائية أعيد فحصه حديثا بمناهج بالغة الدقة . والنتائج التى أيدت الفرض إلى حد بعيد رفعت درجة التأييد إلى حد كبير .

٤ — ٣ التأييد بالقضايا اللزومية الاختبارية الجديدة :

عند تصميم فرض من الفروض لتفسير ظواهر معينة ملاحظة سيكون بالطبع مركبا بحيث يتضمن حدوث هذه الظواهر . ومن ثم فان الظاهرة المراد تفسيرها تشكل فى طياتها بينة مؤيدة له . ومن المرغوب فيه بدرجة عالية بالنسبة للفروض العلمية أن تؤيدها البينات الجديدة بمعطيات لم تكن معروفة أو لم تؤخذ فى الحسبان عند صياغة الفروض . إن الكثير من الفروض والنظريات فى العلوم الطبيعية لقيت التأييد من الظواهر الجديدة وكانت النتيجة أن ارتفعت درجة تأييدها . تتضح هذه النقطة جيدا بمثال يرجع تاريخه إلى الربع الأخير من القرن التاسع عشر عندما كان الفزيائيون يبحثون عن الإطرادات المتأصلة فى الخطوط الكثيرة التى وجدت فى انبعاث وامتصاص طيوف الغازات . وفى سنة ١٨٥٥ قدم مدرس سويسرى يدعى « بالمر » صيغة اعتقد

أنها تعبر عن هذا الاطراد للأطوال الموجية لسلسلة من الخطوط فى انبعاث طيف الأيدروجين وعلى أساس المقاييس التى قام بها انجستروم لأربعة خطوط فى ذلك المطياف . أقام بالمر الصيغة العامة الآتية :

$$A = b\,\frac{N^2}{N^2 = 2^2} \qquad\qquad ا = ب\,\frac{ه^{٢}}{ه^{٢} - ٢^{٢}}$$

و ب هنا ثابت حدد بالمر قيمته امبريقيا بـ ٣٦٤٥٫٦ ا ، « ه » عدد صحيح أكبر من ٢ لأن « ه » = ٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦ وهذه الصيغة تنتج قيما تتفق تماما مع تلك القيم التى قاسها انجستروم. وكان بالمر واثقا من أن القيم الأخرى ستمثل الأطوال الموجية للخطوط التى لم يتم قياسها بعد أو الخطوط التى لم توجد بعد فى طيف الأيدروجين ، لم يكن بالمر يدعى بأن بعض الخطوط الاضافية قد لوحظت وتم قياسها فعلا ، ومنذ ذلك الحين فإن خمسة وثلاثين خطا متواليا فى السلسلة المسماة بسلسلة بالمر للايدروجين قد تأكدت وأن هذه الخطوط جميعها ذات أطوال موجية تتفق تماما مع الصيغة التى تنبأ بها بالمر [١] . ليس مدهشا أن مثل هذا التأييد المثير بالوقائع الجديدة المتنبأ بها بطريقة صحيحة يزيد بقدر كبير من الثقة التى نوليها لفرض من الفروض . إن سؤالا محيرا ينشأ فى هذا السياق. لنفرض للحظة أن صيغة بالمر قد أقيمت فقط بعد أن قيست بعناية كل الخطوط الخمسة والثلاثين المسجلة الآن فى السلسلة ، فى هذه الحالة المصطنعة سيكون فى متناول أيدينا نفس النتائج التجريبية التى حصلنا عليها فى واقع الأمر بالقياسات التى أجريت

---

(١) يوجد بيان أتم وأوضح على أساسه أقيم هذا المسح الموجز فى الفصل ٣٣ من كتاب هولتن ورولر « أسس العلم الفيزيقى الحديث » شركة أديسون ويزلى للنشر سنة ١٩٥٨ .

جزئية قبل وبعد تركيب الصيغة بقدر كبير . هلا ينبغى أن تقدر تلك الصيغة أقل تأييدا فى الحالة المصطنعة عنها فى الحالة الواقعة . قد يبدو معقولا أن نجيب بالايجاب بناء على هذه الأسباب من الممكن بالنسبة لأية مجموعة من المعطيات الكمية أن نقيم فرضا يشمل هذه المعطيات بالضبط كما هو ممكن بالنسبة لأى مجموعة من النقط أن نرسم منحنى يحتويها كلها ، إذن ليس ثمة ما يدعو إلى الدهشة فى صيغة بالمر فى حالتنا المصطنعة ومما هو جدير بالملاحظة ويقيم للفرض وزنا هو حالاته الجديدة المناسبة . يبلغ فرض بالمر هذا الحد من الثقة فى الحالة الفعلية وليس فى الحالة المصطنعة .

ويمكن أن نقابل هذه الحجة باجابة قائلة إنه فى الحالة المصطنعة ليست صيغة بالمر بالضبط فرضا تعسفيا مخالفا أعد ليلائم الأطوال الموجية الخمسة والثلاثين المقيسة . إنه بالأحرى فرض ذات بساطة صورية مدهشة ، والحقيقة أنه يضع لتلك الأطوال الموجية الخمسة والثلاثين صيغة رياضية بسيطة تمنحه ثقة أكبر مما يمكن أن تمنحه إياه صيغة ملائمة لنفس المعطيات وشديدة التعقيد .

واقترر الفكر بلغة هندسية إذا كانت مجموعة من النقط ممثلة لنتائج القياسات من الممكن أن ترتبط بمنحنى بسيط لكانت لدينا ثقة أكبر فى اكتشافنا قانونا عاما كامنا تحته مما لو كان المنحنى معقدا ولا يبدى اتساقا ملموسا .

(هذه الفكرة البسيطة سنتناولها بمزيد فحص مؤخرا فى هذا الفصل) وبالاضافة إلى ذلك فمن وجهة النظر المنطقية تعتمد قوة التأييد التى يلقاها فرض من الفروض من معطياته على ما يقرره الفرض وما تكونه المعطيات

والسؤال عما إذا كان الفرض أو المعطيات يأتى أولا لاينبغى أن تؤخذ فى الاعتبار إذهى مسألة تاريخية قد تؤثر على تأييد الفروض . هذا التصور الأخير متضمن بالتأكيد فى النظريات الاحصائية للاختبار تلك النظريات المتطورة أخيراً . وكذلك بعض التحليلات المنطقية المعاصرة للتأييد والاستقراء وسنشير إليها إشارة موجزة فى نهاية هذا الفصل .

٤ — ٣ التأييد النظرى

التأييد الذى يمكن ادعاءه لفرض من الفروض ليس بحاجة إلى أن يكون كله من نوع البينة الاستقرائية التى اختبرناها للتو ، فلاحاجة به لأن يتألف كليا أو جزئيا من معطيات تؤيد اللزومات الاختبارية المستخلصة منها . فالتأييد قد يأتى من أعلا أى من فروض ونظريات أكثر شمولا تتضمن الفرض أو النظرية المقررة ولها تأييد بالبينة مستقل . ولمزيد من الايضاح تناولنا قبلا قانونا فرضيا للسقوط الحر على سطح القمر س = ٢ر٧ قدما مربعا وعلى الرغم من أنه لم تختبر على الاطلاق واحدة من القضايا اللزومية الاختبارية بتجارب فوق سطح القمر إلا أن لهذا القانون تأييدا نظريا لأنه ينتج استنباطيا من نظرية نيوتن عن الجاذبية وعن الحركة (تأيد بقوة بتنوع شديد فى البينة) فى اتصال مع المعلومات القائلة بأن نصف قطر وكتلة القمر ٢٧٢/١٢٣٠ر من نصف قطر وكتلة بالأرض وأن العجلة الجاذبة قطرسطح الأرض ٢ر٣٢ قدما فى الثانية الواحدة كل ثانية واحدة وبالمثل فان تأييد فرض من الفروض التى لها دعم استقرائى عن طريق البينة يقوى إذا تطلب بالاضافة إلى ذلك دعما من فوق . وعلى سبيل المثال حدث هذا الصيغة بالمر قدم بالمر إمكانية أن طيف الايدروجين قد يحتوى سلسلة من الخطوط

زائدة وأن الأطوال الموجية لكل الخطوط قد تطابق تعميات صيغته الاو هي :

$$\text{ا} = \text{ب} \frac{\text{ن}^{٢}}{\text{ن}^{٢} - ٢^{٢}}$$

وهنا « م » عدد موجب ، ن أى عدد صحيح أكبر من م لأن م = ٢ . يتتج لنا هذا التعميم صيغة بالمر حيث م = ١ ، ٣ ، ٤ من تحدد سلسلة جديدة من الخطوط . وفى واقع الأمر وجود السلسلة المقابلة لـ م = ١ ، ٣ ، ٤ ، ٥ ، نشأ أخيرا با كتشاف تجريبي لأجزاء غير مرئية تحت الحمراء وفوق البنفسجية لطيف الايدروجين ومن ثم كان ثمة تأييد لفرض أشمل يتضمن صيغة بالمر الأصلية كحالة خاصة يزودها بتأييد استقرائى عن طريق البينة وثمة تأييد استنباطى أتت به نظرية من النظريات فى سنة ١٩١٣ عندما أوضح بوهر أن الصيغة العامة ثم الصيغة الأصلية يمكن استخلاصها من نظريته عن ذرة الايدروجين . هذا الاستخلاص (الاشتقاق) رفع من درجة التأييد الممنوح لصيغة بالمر بسلكها فى سلك التصورات النظرية الكمية التى طورها بلانك، اينشتين ، بوهر والتى أيدتها بينات مخالفة بخلاف القياسات الطيافية التى منحت صيغة بالمر تأييدا استقرائيا[1] ولزوميا. تتأثر الثقة الممنوحة لفرض من الفروض بالعكس إذا تعارض مع فروض أو نظريات مقبولة فى ذات الوقت باعتبارها مؤيدة تأييدا حسنا فى سجل نيويورك الطبى يقرر دكتور كالدويل من ايوا فى تقريره عن نبش للقبور يدعى أنه شاهده . يقرر أن شعر رأس

(١) لتفاصيل انظر هولتون ورولز أسس العلم الفزيائى الحديث الفصل ٣٤ خاصة القسم السابع .

وذقن الانسان الذي دفن حليقا أحدث صدعا في الكفن ونما من خلال الشقوق [١].

وعلى الرغم من أن هذا الادعاء قدم شهادة عيان مفترضة إلا أن هذه القضية تدحض دون كثير تردد لأنها تعارض نتائج البحث القائمة عن مدى استمرار شعر الانسان فى النمو بعد الموت.

مناقشتنا السابقة لادعاء اهرنهافت لاقامة شحنات الكترونية فرعية تجريبية توضح القول القائل بأن التعارض مع النظريات القائمة المؤيدة على نطاق أوسع يعمل ضد الفرض. إن المبدأ المشار إلية هنا يجب تطبيقه بإحكام وإلا أمكن استخدامه فى صون النظريات المقبولة من الهدم.

إن نتائج البحث المخالفة يمكن أن تطرح دائما باعتبار أنها تتعارض مع نظرية مؤسسة تأسيسا جيداً. لايقيم العلم بالطبع هذا الاجراء لأنه ليس معنيا بالدفاع عن تصورات أثيرة معينة ضد البينات المخالفة الممكنة.

فبالأحرى يهدف العلم إلى قدر شامل من المعرفة الامبريقية المتعمقة ممثلة فى نسق للقضايا الامبريقية مدعم تدعيما جيدا ومعد لطرح أو تعديل أية فروض كانت مقبولة قبلا، ولكن نتائج البحث التى يراد بها طرح نظرية مؤسسة تأسيسا جيدا لابد وأن يكون لها وزنها ولابد للنتائج التجريبية المخالفة بوجه خاص من أن تكون قابلة للتكرار. وعندما توجد نظرية قوية ونافعة تتعارض مع نتائج مكررة تجريبيا فقط قد تستمر مستخدمة فى السياقات حيث لا ينتظر أن تؤدى إلى صعوبات وعلى سبيل المثال حين عرض اينشتين نظرية كات الضوء لتفسير مثل هذه الظواهر باعتبارها نتيجة

---

(١) ب مايفانز التاريخ الطبيعى للهواء نيويورك ألفريد كنوف سنة ١٩٤٦ ص ١٣٣

ضوئية كهربية (أثر ضوئي كهربي) لاحظ أنه في تناول لانعكاس وانكسار وانتشار الضوء قد لا يكون ممكنا أبدا استبدال النظرية الموجية الكهرومغناطيسية. وفي واقع الأمر لا تزال تلك النظرية مستخدمة في ذلك السياق.

إن النظرية الواسعة النطاق التي كانت ناجحة في مجالات كثيرة عادة ما تطرح عندما ماتتوافر لدينا نظرية بديلة أكثر إشباعاً بها. فالنظريات الجيدة صعبة المنال[1] عموما.

٤ — : البساطة

ثمة وجه آخر يؤثر على قبول الفرض هو بساطته مقارنا ببساطة الفروض البديلة التي تفسر نفس الظواهر. لنفحص مثلا تخطيطيا موضحا. لنفرض أن إختبار أنساق فيزيقية من نمط معين.

(حبال ، سلاسل معدنية ، زنبركات معدنية ، سوائل لزجة أو أيا كانت).

يوحى لنا بأن خاصية كمية معينة « ط » لمثل هذه الأنساق قد تكون دالة لخاصية أخرى.

(وعلى هذا النحو نتحدس بالطريقة التي تكون فيها فترة البندول دالة لطوله).

---

(١) هذه النقطة قد اقترح تدعيمها وتوضيحها بالاشارة إلى نظرية احتراق الفلوجستين في الفصل السابع من كتاب كونانت « العلم والحس المشترك ». وقد تم تصور عام مثير عن نشأة وسقوط النظريات العلمية في كتاب كوهن «بنية الثورات العلمية» شيكاغو — مطبعة جامعة شيكاغو سنة ١٩٦٢.

ولذلك نحاول أن نؤسس فرضا يقرر الصورة الرياضية المضبوطة للدالة وقد كان باستطاعتنا أن نختبر شواهد كثيرة لحالات فيها ط إحدى القيم صفر ، ١ ، ٢ ، ٣ وقد وجد أن قيم « ط » المرتبطة معها باطراد هى ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ على التوالى وأ كثير من هذا الفرض أنه فيما يتعلق بهذه الأنساق ليست لدينا معرفة خلفية أساسية يمكن أن تكون لها علاقة بالصورة المحتملة للترابط الوظيفى . وأن الفروض الثلاثة الآتية قد قدمت على أساس معطياتنا .

ف$_1$: ط = س^4 — ٦ س^3 + ١١ س^2 — ٥ س + ٢

ف$_2$: ط = س^5 — ٤ س^4 — س^3 + ١٩ س^2 — ١١ س + ٢

ف$_3$: ط = س + ٢

كل فرض من هذه الفروض يوافق المعطيات لكل واحدة من قيم س الأربعة المختبرة تتحدد بالضبط قيمة «ط» المرتبطة معها . وبلغة هندسية إذا عبرنا عن الفروض الثلاثة فى نسق باحداثى مستو كان المنحى من المتحنيات الناتجة يتضمن النقط الأربع (٢٠) ، (٣ر١) ، (٤ر٢) ، (٦ر٣) ومع ذلك لم تكن لدينا معلومات خلفية أساسية مناسبة كما كان مفترضا تشير إلى إختيار مختلف . لم يكن ثمة شك فى ترجيح ف$_3$ على ف$_1$ ، ف$_2$ على أساس أنه فرض أبسط من منافسيه . يوحى هذا الاعتبار بأنه إذا كان فرضان متفقين مع نفس المعطيات ولا يختلفان فى أيه ناحية موافقة لتأييدها كان الفرض الأبسط أكثر قبولا . إن اتفاق الفكرة الأساسية للنظريات الكلية غالبا ما يتضح بالرجوع إلى التصور الكوبرنيقى للمجموعة الشمسية على أساس مركزية الشمس . هذا التصور الذى كان معتبرا أبسط من تصور مركزية الأرض والذى أتى ليخلفه ألا وهو النظام البطلمى البارع الدقيق إلا أنه

نظام معقد جدا يتألف من دوائر أصلية ودوائر فرعية بأنصاف أقطار ، سرعات انحرافات ومقادير واتجاهات مختلفة للطرد المركزى[1] .

ومع أنه لا ينكر أن البساطة مطلب عزيز فى العلم إلا أنه من غير الميسور أن نقرر محكات واضحة للبساطة بالمعنى الدقيق ولا أن نبرر الأولوية الممنوحة للفروض والنظريات الأكثر بساطة وبالطبع لا بد لأى محك للبساطة من أن يكون موضوعيا · إنها ليست مجرد حدس أو سهولة حفظ وتذكر الفرض أو النظرية . ولذا تباين من شخص لآخر . وفى حالة الفروض الكمية مثل ف$_1$ ، ف$_2$ ، ف$_3$ قد يظن المرء أن الحكم على البساطة يكون بالرجوع إلى الأشكال المقابلة . ففى الاحداثيات المتعامدة الرسم البيانى للفرض ف$_3$ خط مستقيم بينما الرسم البيانى للفرضين ف$_1$ ، ف$_2$ منحنيان أكثر تعقيدا عبر نقاط من المعطيات الأربع . ولكن هذا المحك يبدو متعسفا لأنه إذا كانت الفروض ممثلة فى إحداثيات متقاطعة مع « س » بإعتبارها زاوية الاتجاه ، « ط » إعتبارها الكمية الموجهة كان ف$_3$ يحدد شكلا لولبيا فى حين أن الدالة من الدوال التى تحدد خطاً مستقيا بسيطا تكون معقدة تماما . وإذا كانت الدوال كلها معبرا عنها — كما فى مثالنا — بحسيات شتى فإن نظام تعدد المنسيات قد يستخدم كدليل للتعقيد ومن ثم يكون ف$_3$ أكثر

(١) روجرز الفيزياء للعقل الباحث ـ برنستون — مطبعة برنستون سنة ١٩٦٠ ص ٢٤٠ الفصول ١٤ ، ١٦ من هذا العمل تقدم وصفا رائعا وتقديرا للنسقين وهما يعطيان مادة أكثر للدعوى القائلة بأن الشكل الكوبرنيقى أكثر بساطة ولكنهما يبينان أنه كان بالمقدور تفسير وقائع متباينة معروفة فى وقت كوبرنيقوس تلك الوقائع التى لم يستطع النسق البطلمى تفسيرها .

تعقيدا من ف١ الذى بدوره أكثر تعقيدا من ف٢ . ومن ثم تنشأ الحاجة إلى المزيد من المحكات عندما يتعين فحص دوال حساب المثلثات وغيرها من الدوال أيضاً . فى حالة النظريات تقترح الافتراضات الأساسية المستقلة . على أساس أنها تشير إلى التعقيد. ومن الممكن أن تنضم وأن تنشط الافتراضات بطرق كثيرة . فليس ثمة طريق جلى لاحصائها وعلى سبيل المثال إن القضية القائلة بأنه بالنسبة لأى نقطتين يوجد بالضبط خط مستقيم يحتويها يمكن النظر إليها باعتبارها معبرة عن افتراضين أخرى من افتراض واحد . وأن هناك على الأقل خطاً واحدا على هذا النحو وأنه يوجود فى أغلب الأحوال خط واحد وإذا أمكن أن نوافق على الحساب فان الافتراضات الأساسية المختلفة تختلف بدورها فى درجة التعقيد . ومن ثم يتعين أن توزن أخرى من أن تعد . وثمة ملاحظات مماثلة تصدق على الاقتراح القائل بأن عدد الافتراضات الأساسية المستخدمة فى نظرية من النظريات قد تستخدم كمؤشر يشير إلى تعقيدها . وقد لقيت مسألة محكات البساطة قدرا طيبا من اهتمام المناطقة والفلاسفة . وقد تم الحصول على بعض النتائج الهامة ومع ذلك لم يتوافر لدينا تصور عام للخصائص يبعث على الرضا . إلا أن أمثلتنا توحى بأنه توجد بالتأكيد حالات يكون الباحثون بصددها على اتفاق بخصوص الفروض والنظريات الأكثر بساطة حتى فى غياب محكات البساطة وثمة مشكلة أخرى تتعلق بالبساطة تلك هى مشكلة التبرير . ما الذى يدعونا إلى إتباع مبدأ البساطة كما قد نسميه ؟ أين هى القاعدة التى تقول بتفضيل الأبسط من الفرضين أو النظريتين والمتنافستين والمتساويتين فى درجة التأييد؟

لقد عبر الكثيرون من العلماء عن إقتناعهم بأن القوانين الطبيعية قوانين

بسيطة. إذا كان هذا هذا معروفا لكان هناك بالضرورة افتراض سابق بأن الفرض الأبسط من الفرضين المتنافسين هو الأكثر إحتمالا لأن يكون صادقا. ولكن افتراض أن القوانين الأساسية للطبيعة قوانين بسيطة هو بالطبع من المسائل المشكلة بشأنها فى ذلك شأن مبدأ البساطة ومن ثم لا يمكن أن تزودنا بتبرير لها. بعض العلماء الفلاسفة ومن بينهم ماخ، افيناريوس، أوستفالد، وبيرسون تمسكوا بأن العلم ينشد تزويدنا بوصف إقتصادى مقتر للعالم وأن الفروض العامة التى تقصد إلى التعبير عن قوانين الطبيعة هى سبل إقتصادية للفكر نستخدم لحصر عدد غير محدود من الحالات الخاصة (على سبيل المثال حالات كثيرة للسقوط الحر) فى صيغة واحدة بسيطة (على سبيل المثال قانون جاليليو). من وجهة النظر هذه يبدو معقولا تماما أن نختار الأكثر بساطة من بين فروض عديدة متنافسة. هذه الحجه قد تقنع إذا كان علينا أن نختار من بين الأوصاف المختلفة لمجموعة واحدة ولنفس المجموعة من الوقائع ولكننا فى اختيارنا فرضا واحدا من بين فروض عديدة متنافسة وذلك مثل ف$_1$، ف$_2$، ف$_3$ نختار أيضا التنبؤات التى يتضمنها والخاصة بحالات لم تختبر بعد. وفى هذا الصدد تختلف الفروض إختلافا واسعا. ولذا فبالنسبة لقيمة س = ٤، ف$_1$، ف$_2$، ف$_3$ تتنبأ بقيم ط ١٥٠، ٣٠، ٦ على التوالى والآن قد يكون ف$_3$ الأبسط من منافسيه من الناحية الرياضية ولكن ما الذى يدعو لاعتباره أكثر احتمالا لأن يكون صادقا من أن نؤسس توقعاتنا بصدد الحالة التى لم تختبر بعد وهى س = ٤ على الفرض ف$_3$ الأخرى وإقامتها على أحد الفرضين المنافسين اللذين يناسبان المعطيات بنفس الدرجة.

اقترح ريشنباخ إجابة مفيدة [1] سأوجزها بشيء على النحو التالي :

لنفرض في مثالنا أن « ط » في واقــع الأمر دالة لـ « س »، ط = د (س) ولتكن « ز » رسمها البياني في نسق من الإحداثيات . الاختيار غير أساسي .

الدالة الصحيحة د ورسمها البياني هما بالطبع غير معروفين للعالم الذى يقيس القيم المترابطة (المتحدة) للمتغيرين وبافتراض أن مقاييسه مضبوطة لأجل البرهان فسيجد على هذا النحو عددا من نقط المعطيات التي تقع على المنحنى الصحيح « ز » . ولنفرض الآن إتفاقا مع مبدأ البساطة يرسم العالم المنحنيات أي المنحنى الأشد بساطة من الناحية الحدسية منحنى عبر تلك النقط. قد ينحرف رسمه البياني ولنقل « ز » انحرافا ذا بال عن المنحنى الحقيقي إلا أنه على الأقل يشترك نقط المعطيات المقيسة مع هذا المنحنى الأخير (الحقيقي). ولـكن كما يحدد العالم نقط المعطيات أكثر فأكثر ويرسم فيما بعد الرسوم البيانية الأبسط ز٢ ، ز٣ ، ز٤ . فإن هذه الرسوم البيانية تتطابق أكثر فأكثر مع المنحنى الحقيقي « ز » والدوال المتحدة لـ د٢ ، د٣ ، د٤ تدنو أكثر فأكثر من الترابط الوظيفي الحقيقي « د » . وهـكذا لا يمـكن ضمان مبدأ البساطة لإنتاج الدالة « د » في خطوة واحدة أو حتى في خطوات كثيرة . ولـكن إذا كان الإرتباط الوظيفي بين س ، ط فان الإجراء سيؤدى تدريجيا إلى دالة تقترب من الدالة الصحيحة إلى أية درجة مرغوبة .

برهان ريشنباخ المقرر هنا في صورة مبسطة بعض الشيء برهان بارع

---

(٢) ريشنباخ : الخبرة والتنبؤ — شيكاغو — مطبعة جامعة شيكاغو — القسم ٤٢

ولكن قوته محدودة لأنه لا يهم إلى أى مدى يمكن أن تذهب إقامة الرسوم البيانية والدوال المتوالية .

لا يقدم الاجراء بيانا على الاطلاق عن مدى ما بلغه الاقتراب من الدالة الحقيقية إذا كان هناك فى واقع الأمر ثمة دالة حقيقية على الاطلاق . (وكما لاحظنا قبلا وعلى سبيل المثال إن حجم مقدار من الغاز قد يبدو أن يكون دالة لدرجة حرارته وحدها وليس فى واقع الأمر كذلك) وعلاوة على ذلك إن البرهان على أساس الاتجاه نحو المنحنى الحقيقى يمكن أن يستخدم أيضاً لتبرير مناهج أخرى لتخطيط الرسوم الهندسية معقدة من الناحية الحدسية وغير معقولة . وعلى سبيل المثال لقد رأينا لتونا أنه إذا كان لنا أن نصل دائماً أى نقطتى معطيات متجاورتين بشبه دائرة قطرها المسافة بين النقطتين فان المنحنيات الناتجة ستتجه فى نهاية الأمر نحو المنحنى الحقيقى إذا كان ثمة منحنى حقيقى واحد . ومع ذلك فرضاً عن هذا التبرير لا يعتبر هذا الاجراء طريقا صحيحا لإقامة الفروض الكمية فهناك اجراءات أخرى غير بسيطة وذلك كوصل نقط المعطيات المتجاورة بمرى دبوس الشعر تلك التى لا يتجاوز طولها دائماً أدنى قيمة معينة لا تقبل التبرير على هذه الصورة . ويمكن أن يتضح ببرهان ريشنباخ أنها تهدم نفسها بنفسها . ومن ثم فإن فكرته تحظى باهتمام واضح . لقد قدم كارل بوبر رأيا مخالفا تماما. فهو يفسر الأبسط من الفرضين بأنه ذو المحتوى الامبريقى الأكبر . ويحتج لذلك بأن الفرض الأبسط هو الأكثر قبولا للتكذيب (يكتشف كونه كاذبا) إذا كان كاذبا بالضرورة فى الواقع . إن هذا الرأى من الأهمية بمكان فى العلم . فهو يجعل فروضه عرضة للاختبار الدقيق والتكذيب المحتمل . يوجز بوبر حجته على النحو التالى :

إن القضايا البسيطة إذا كانت المعرفة الموضوع الذى نشتغل به يتعين أن تقدر أكثر من القضايا الأقل بساطة وذلك لأن محتواها الامبريقى أكبر وقابليتها للاختبار أحسن.[1]

يجعل بوبر فكرته من درجة البساطة كدرجة من درجات القابلية للتكذيب أكثر صراحة بمعيارين مختلفين وفقا لأحدهما الفرض القائل بأن مدار الفلك دائرة أبسط من الفرض القائل بأنه اهلياج (قطع ناقص) لأن الفرض السابق يمكن أن يكذب بتحديد المواضع الأربعة التى وجد أنها لا تقع على الدائرة . (يمكن دائما لثلاثة مواضع وصلها بدائرة) . بينما يتطلب تكذيب الفرض الثانى تحديد ستة مواضع للفلك على الأقل . وبهذا المعنى يكون الفرض الأبسط هنا هو الأكثر قابلية للتكذيب وهو الأقوى أيضا لأنه منطقيا يتضمن الفرض الأقل بساطة . يهم هذا المعيار بالتأكيد فى تحديد نوع البساطة التى يهتم بها العلم . ولكن بوبر يدعو أحد الفرضين أكثر قابلية للتكذيب ومن ثم أبسط من الآخر إذا كان الفرض الأول يتضمن الفرض الثانى ، وله محتوى امبريقى أكبر بالمعنى الاستنباطى الدقيق إلا أن المحتوى الأكبر ليس بالضرورة مرتبطا بالبساطة الأكثر . فأحيانا ما تعتبر نظرية من النظريات قوية لنظرية نيوتن عن الجاذبية والحركة لكونها أبسط من الكثير من النظريات التى لا علاقة لها بالنطاق المحدود الذى تتضمنه النظرية . على أن النوع المرغوب فيه من التبسيط الذى

---

(١) كارل بوبر منطق الكشف العلمى لندن هاتشينسون سنة١٩٥٩ ص ١٤٢ إن الفصلين السادس والسابع من هذا الكتاب يقدمان الكثير من الملاحظات عن دور البساطة فى العلم متضمنة الأفكار المشار إليها هنا .

تبلغه نظرية من النظريات ليس على هذا النحو مجرد محتوى زائد لأنه إذا كان ثمة فرضين لا علاقة بينهما (على سبيل المثال قوانين هوك وسنيل) إرتبطا فإن الإرتباط الناتج عنهما يخبرنا بما هو أكثر وإن لم يكن أبسط من مكونات أيهما . لا يخبرنا أى من الفروض الثلاثة: ف١، ف٢، ف٣ المختبرة قبلا بأكثر من أى من الفروض الأخرى . ومع ذلك لا تعد بسيطة على حد سواء . وهذه الفروض لا تختلف فى درجة القابلية للتكذيب . فاذا كذبت أمكن بيان كذب الواحد منها بسهولة أعنى بشاهد واحد مخالف . وعلى سبيل زوج المعطيات ٤ ، ١٠ يكذبها جميعها . وبينما ألقت الأفكار المختلفة التى قمنا بمسح وجيز لها هنا ضوءا على معقولية مبدأ البساطة فما زالت مشكلات إيجاد صيغة دقيقة وتبرير موجز لها بغير حل حتى الآن [١] .

٤ — ٥ إحتمالية الفروض

إن استقصاءنا للعوامل المحددة للثقة فى الفروض العلمية تكشف لنا عن أن الثقة فى الفرض «ف» فى وقت معين تعتمد إن شئنا الدقة — على المعرفة العلمية الكلية فى ذلك الوقت . بما فيها البينات وثيقة الصلة بالفرض وكل الفروض والنظريات العلمية المقبولة فى ذلك الوقت . لذلك نتكلم عن الثقة فى

---

(١) سيجد القارىء الذى يرغب فى متابعة هذه القضايا بتفصيل أكثر فائدة فى المناقشات التالية :

باركر : الاستقراء والفرض ايثاكا مطبعة جامعة كورنيل سنة ١٩٧٥ .

مناقشة إجمالية لبساطة النظريات العلمية — فلسفة العلم المجلد ٢٨ سنة ١٩٦١ ص ١٠٩ — ١٧١ .

فرض من الفروض بقدر معين من المعرفة . ويمكن التمثيل لهذا الأمر بمجموعة كبيرة من القضايا ولتكن « ك » تمثل كل القضايا المقبولة فى العلم فى ذلك الوقت . والسؤال الذى يطرح نفسه بطبيعة الحال هل يمكن أن نعبر عن الثقة بلغة كمية دقيقة بصياغة تعريف يحدد عددا لم (ف ، ك) للفرض ف والمجموعة القضايا ك معبرا عن درجة الثقة الممنوحة للفرض « ف » بالنسبة لمجموعة القضايا « ك »

لما كنا لا نتكلم غالبا عن الفروض باعتبارها أكثر أو أقل إحتمالا فقد نتعجب أكثر إذا ما كان هذا التصور الكمى لا يمكن تعريفه بالقدر الذى يستوفى كل المبادىء الأساسية لنظرية الاحتمالات . وفى هذه الحالة تكون الثقة فى فرض له علاقة بمجموعة من القضايا « ك » عددا حقيقيا ليس أقل من الصفر وليس أكثر من الواحد . للفرض الصادق على أساس منطقى صرف (وذلك مثل ستمطر غدا فى ستراتفورد أو لن تمطر) تكون له دائما درجة الثقة (١) . وبالنسبة لأى قضيتين غير متفقتين منطقيا مثل $ف_١$ ، $ف_٢$ ، ك) = م ($ف_١$ ، ك) + م ($ف_٢$ ، ك) وقد قدمت فى واقع الأمر نظريات عديدة لمثل هذه الاحتمالات . وتصدر هذه النظريات عن بديهيات معينة كتلك التى ذكرناها توا إلى مبرهنات شتى أكثر أو أقل تعقيدا تجعل من الممكن أن نحدد إحتمالات معينة بشرط أن تكون الاحتمالات الأخرى معروفة بالفعل إلا أنها لا تقدم تعريفا عاما لاحتمالية فرض من

---

(٨) كيمن : فى النظريات البسيطة لعالم معقد ، المؤلف المجلد ١٥ سنة ١٩٥٣ من ص ١٤٣ — ١٥٣ ، اعتمادا على سيد الاقتصادى جون ريتارد كينز فى كتابه « رسالة فى الاحتمالات » لندن — شركة — ماكيلان وشركاه المحدودة سنة ١٩٢١

الفروض بالنسبة للمعطيات المتاحة . وإذا كان تعريف التصورم (ف ، ك) يأخذ فى الاعتبار كل العوامل المختلفة المستقصاة كانت المهمة عندئذ شاقة تماما لأنه لم يتضح حتى الآن كيف لمثل هذه العوامل كبساطة الفروض أو تنوع البينة المؤيدة أن تعين خصائصها بدقة معبرا عنها بلغة كمية . إلا أن ثمة نتائج معينة مشرقة وبعيدة المدى تماما أخيرا حصل عليها أخيرا كارناب الذى درس المسألة بالرجوع إلى نموذج اللغات الشديدة الصورية التى يعتبر بناؤها المنطقى أبسط بقدر معقول من المطلوب لأغراض العلم .

لقد طور كارناب منهجا عاما لتعريف ما يسميه درجة التأييد لأى فرض معبر عنه بمثل هذه اللغة بالنسبة لقدر معين من المعلومات معبر عنه بنفس اللغة . ومن ثم فإن التصور المعرف يستوفى كل المبادىء لنظرية الاحتمال . ووفقا لذلك يشير كارناب إلى المفهوم المعرف باعتباره الاحتمالية المنطقية أو الاستقرائية للفرض بالنسبة للمعلومات المتاحة[1] .

٥ — القوانين ودورها فى التفسير العلمى :

٥ — ١ مطلبان أساسيان التفسير العلمى :

إن تفسير ظواهر العالم الفيزيقى هو أحد الأهداف الأساسية للعلوم الطبيعية

---

(١) قدم كارناب تفسيرا أوليا وجيزا للأفكار الأساسية فى مقاله :

« الاحتمال الاحصائى والاستقرائى » أعيد طبعه فى طبقه « مادن » « بنية الفكر العلمى » بوسطن شركة هوتن ميفلن سنة ١٩٦٠ ص ٢٦٩ — ٢٧٩ . وثمة قضية أكثر حداثة واشراقا وردت فى مقال كارناب « هدف المنطق الاستقرائى » فى طبعات ناجل سوبز ، تارسكى منطق ومناهج بحث وفلسفة العلوم أعمال المؤتمر الدولى سنة ١٩٦٠ (مطبعة جامعة ستانفورد سنة ١٩٦٢) ص ٣٠٣ — ٣١٨

وفي الواقع تقريبا لم تكن تهدف الأبحاث العلمية التي استخدمت كتفسيرات في الفصول السابقة إلى تأكيد بعض الوقائع الخاصة ولكن لتحقيق بعض الاستبصارات التفسيرية . كانت هذه الأبحاث مهتمة بمسائل مثل كيف تنتقل حمى النفاس ، لماذا تكون لقدرة المضخة على رفع المياه حدود مميزة ، لماذا يتفق مسار الضوء مع قوانين البصريات الهندسية وهلم جرا . وفي هذا الفصل والذي يليه نتناول بشيء من التفصيل طابع التفسيرات العلمية ونوع الاستبصارات التي تقدمها . لقد كان الانسان معنيا دائما ولفترة طويلة باجراء بعض الفهم لما يقع في العالم حوله من حادثات بالغة التنويع ومحيرة في أغلب الأحوال وأحيانا تهدده في حياته . تجلى هذا الاهتمام في الأساطير العديدة والمجازات التي تخيلها في سعيه لتفسير حقيقة وجود العالم ووجوده هو نفسه . الحياة والموت وحركات الاجرام السماوية وتعاقب الليل والنهار وتغير الفصول والرعد والبرق وطلوع الشمس وهطول المطر — وبعض هذه الأفكار التفسيرية مبنية على تصورات تشبه الانسان بقوى الطبيعة . وأخرى تستعين بقوى خفية وأخرى غيرها تشير إلى تدبيرات للاله مستحيل إدراكها أو تشير إلى القدر .

لا ينكر أن التفسيرات من هذا النوع تعطي الإنسان إحساسا بأنه حصل بعض الفهم . إنها قد تحل حيرته وهي بهذا المعنى تجيب عن أسئلته . ولكن مهما تكن الاجابات مرضية من الناحية النفسية إلا أنها ليست وافية بأغراض العلم الذي يهتم بعد كل شيء بتنهيمية تصور واضح عن العالم له علاقة منطقية بخبرتنا . وكذلك هو قابل للاختبار الموضوعي . ولهذا السبب يجب أن تقابل التفسيرات العلمية مطلبين أساسيين يطلق عليهما مطلب

الاتفاق التفسيرى ومطلب قابلية الاختبار . لقد قدم الفلكى فرانسيسكو
سيزى البرهان التالى مناقضا به دعوى معاصره جاليليو أنه رأى من خلال
منظاره الفلكى . إنه لا يمكن أن تكون هناك توابع سيارة تدور حول كوكب
المشترى . هناك سبع منافذ فى الرأس فتحتا الأنف ، الأذنان ، العينان ، الفم .
كذلك فى السموات يوجد نجمان متوافقان ونجمان غير متوافقين ونجمان مضيئان
وعطارد وحده لم يتقرر أمره ولا أهمية له . من تلك الظواهر الطبيعية
كثير غيرها يشبهها كالمعادن السبعة مثلا ... الخ .

الظواهر التى يطول حصرها نستنتج أن عدد الكواكب هو بالضرورة
سبعة ، أضف إلى ذلك التوابع السيارة غير مرئية بالعين المجردة (١) . القصور
الفاضح لهذا البرهان واضح . فالوقائع التى يوردها ، إذا قبلت من غير
سؤال لتضح أنها لا تتفق تماما وموضوع البحث . إذا لا تقدم أسبابا
ولو واهية لافتراض أن المشترى ليس له توابع . لنفحص بالمقابل التفسير
الفيزيقى لقوس قزح .. إنه يبين أن الظاهرة تأتى كنتيجة للانعكاس
وإنكسار ضوء الشمس الأبيض فى قطيرات الماء الجوية كتلك التى تحدث
سحابة من السحب . وبالاشارة إلى القوانين البصرية المناسبة يوضح هذا
التفسير أن ظهور قوس قزح يكون متوقعا إذا ما أطاء بضوء أبيض قوى
وخلف اللاحظ رذاذ من الماء أو ظل (ندى) . ومن ثم إذا حدث أننا لم
نر أبدا قوس قزح فإن المعلومات التفسيرية التى يمدنا بها البيان الفزيائى تقيم
أساسا جيدا للتوقع أو إعتقاد أن قوس قزح سيظهر فى ظل ظروف معينة .

---

(١) من كتاب هولتون ورولر : اسس العلم الفزيائى الحديث ص ١٦٠

نشير إلى هذه السمة بقولنا إن التفسير الفزيائى يقابل متطلبات الانطباق التفسيرى بالمعلومات التفسيرية الواردة تقدم أساسا جيدا للاعتقاد بأن الظاهرة المراد تفسيرها حدثت أو هى حادثة فعلا . هذا الشرط لا بد من مقابلته إذا جاز لنا القول إنه يفسر الظاهرة . إن الظاهرة موضع البحث كانت متوقعة فى ظل الظروف المحيطة .

يمثل المطلب شرطا ضروريا لكفاءة التفسير ولكنه ليس شرطا وافيا. وعلى سبيل المثال إن القدر الكبير من المعطيات لأى كشف عن تحول إلى الأحمر فى طيوف للمجرات القاصية يزودنا بأساس جيد للاعتقاد بأن تلك المجرات ترتد عن مجرتنا بسرعة هائلة إلا أنه لا يفسر لماذا ؟

ولكى نقدم المطلب الثانى الأساسى لتفسيراتنا العلمية لنختبر مرة أخرى تصور الجذب الجاذبى باعتباره كاشفا عن ميل طبيعى شبيه بالحب . كما لاحظنا قبلا ليس لهذا التصور قضايا لزومية إختبارية من أى نوع ومن ثم لن يكون ممكنا لأية نتائج امبريقية أن تؤيده أو لا تؤيده . وكونه على هذا النحو خاليا من المحتوى الامبريقى يجعله لا يقدم أساسا لتوقع الظواهر المميزة للجذب الجاذبى . فهو يفتقر إلى القوة التفسيرية الموضوعية وتصدق تعليقات مماثلة على التفسير بلغة القدر الذى يستحيل فهمه .

اللجوء لفكرة القدر ليس المراد به تحقيق رؤية عميقة بصفة خاصة ولكن التخلى عن محاولة التفسير كلية . وخلافا لتلك القضايا التى يقوم عليها التفسير الفزيائى لقوس قزح . إذ هى ذات لزومات إختبارية عديدة وعلى سبيل المثال تهتم هذه القضايا بالظروف التى فى ظلها يرى قوس قزح فى السماء وترتيب الألوان فيه . ظهور ظاهرة قوس قزح فى الرذاذ الناشىء عن الموجة

المنكسرة على الصخور وفى الضباب الناشىء عن رش مرج أخضر — وهلم جرا . تصور هذه الأمثلة شرطا ثانيا للتفسيرات العلمية نطلق عليه مطلب القابلية للاختبار . القضايا المؤسسة لتفسير علمى ينبغى أن تكون قابلة للاختبار الامبريقى . لقد كان مقترحا قبل الآن أنه لما كان تصور الجاذبية بلغة الانجذاب العام الكامن ليس يذى لزومات اختبارية فبالتالى لن تكون له قوة تفسيرية ولن يزودنا بأساس لتوقع حدوث الجاذبية . أو أن الجذب الجاذبى سيبدى كذا وكذا من الملامح المميزة . لأنه إذا تضمن هذه النتائج سواء بطريقة إستنباطية أو حتى بمعنى احتمالى استقرائى لكان قابلا للاختبار بالرجوع إلى تلك النتائج اللاحقة . وكما يبين هذا المثال إن المطلبين اللذين تناولناهما توا مرتبطان فيما بينهما . إن التفسير المقترح الذى يقابل مطلب الاتفاق يقابل أيضا مطلب القابلية للاختبار (ومن الواضح أن العكس غير صحيح)

والآن دعنا نرى الصور التى تأخذها التفسيرات العلمية وكيف تقابل هذين المطلبين الأساسيين.

٥ — ٢ التفسير الاستنباطى وفق النواميس :

لنفحص مرة أخرى نتيجة بحث بيرييه فى تجربة باى دى دوم من أن طول عمود الزئبق فى بارومتر تورشيللى يتناقص مع تزايد الارتفاع . أمدتنا أفكار تورشيللى وباسكال عن الضغط الجوى بتفسير لهذه الظاهرة يمكن ترجمته على النحو التالى :

(١) أن الضغط الذى يمارسه عمود الزئبق فى الجانب المغلق من جهاز

تورشيللي فى أى موضع على الزئبق تحته يساوى الضغط الواقع على سطح الزئبق فى الإناء المفتوح بواسطة عمود الهواء فوقه ·

(ب) الضغوط التى تمارسها أعمدة الزئبق والهواء مناسبة لأوزانها . وكلما كانت الأعمدة أقصر كلما كانت أوزانها أصغر ·

(حـ) بما أن بيرييه حمل الجهاز إلى قمة الجبل أصبح عمود الهواء فوق الاناء المفتوح أقصر بانتظام (بشكل منتظم) .

(د) لذا فإن عمود الزئبق فى الاناء المغلق أخذ فى القصر باطراد أثناء الصعود ·

التفسير مصاغا على هذا النحو هو برهان خاص بالظاهرة المراد تفسيرها وكما تصفها القضية « د » هو المتوقع بالضبط بالنظر إلى الوقائع التفسيرية المروية فى ا ، ب ، حـ إذ تصدر « د » استنباطيا عن القضايا التفسيرية . وهذه الأخيرة من النوعين ا ، ب لها خاصية القوانين العامة المعبرة عن إرتباطات امبريقية مطردة فى حين أن « د » تصف وقائع خاصة معينة . ومن ثم يفسر قصر عمود الزئبق هنا ببيان أنه حدث متفقا مع قوانين معينة للطبيعة أو كنتيجة لظروف خاصة . التفسير يناسب الظاهرة المراد تفسيرها فى نمط من الإطرادات ويبين أن حدوثها كان متوقعا إذا أعطيت القوانين المعينة وتوفرت الظروف الخاصة المواتية . والظاهرة المراد تفسيرها يشار إليها من الآن فصاعدا باعتبارها الظاهرة المفسرة والقضية التى تصفها بالقضية المفسرة . وعندما يبين السياق أيهما المقصود فإن أيا منهما يطلق عليه ببساطة المفسر . القضايا التى تعين المعلومات التفسيرية ا ، ب ، حـ تسمى القضايا المفسرة . إنها تقال إجمالا لتكوين المفسرات .

وو ـ كمثال ثان لتفسير الخاص بتكوين الصورة بالانعكاس في مرآة كرية أعنى أنه بوجه عام $\frac{١}{م} + \frac{١}{ل} = \frac{٢}{نق}$ حيث م ، ل هما بعدا نقطة الموضوع ونقطة الصورة عن المرآة ونق هو نصف قطر انحناء المرآة . في البصريات الهندسية يفسر هذا الاطراد بمعاونة القانون الأساسى للإنعكاس في مرآة مستوية بتناول إنعكاس شعاع من الضوء على أية نقطة من المرآة الكرية كحالة من حالات الانعكاس في سطح مستو مماس للسطح الكروى ، ويمكن أن يصاغ التفسير الناتج باعتباره برهانا استنباطيا نتيجته القضية المفسرة ومقدماته تتضمن القوانين الأساسية للإنعكاس والانتشار في خطوط مستقيمة فضلا عن القضية القائلة بأن سطح المرآة يشكل قطعا من دائرة [1] .

وثمة برهان مماثل تتضمن مقدماته قانون الانعكاس عن المرآة المستوية يقدم تفسيراً للسبب في أن ضوء مصدر ضوئى صغير موضوع في بؤرة المرآة على هيئة قطع مكافىء ينعكس في شعاع مواز لمحور القطع المكافىء (ينطبق هذا المبدأ من الناحية التكنولوجية في صنع مصابيح السيارات الأمامية والمصابيح الكاشفة وغيرها من الحيل الأخرى) .

التفسيرات التى تناولناها توا يمكن النظر إليها على أنها براهين استنباطية نتيجتها القضية المفسرة « هـ » ومقدماتها القضايا المفسرة المؤلفة من القوانين

---

(١) لمناقشة قوانين الانعكاس للسطوح المنحنية المشار اليه في هذا المثال والمثال التاليين ببساطة وجلاء في الفصل ١٧ من كتاب موريس كلاين : الرياضيات والعالم الفيزيقي نيويورك — شركة توماس كراول سنة ١٩٥٩

العامة ق١ ، ق٢ ، قر التي تقدم تقديرات عن وقائع معينة . إن صورة مثل هذه البراهين المؤسسة على هذا النحو تمثل نموذجاً من التفسير العلمي يمكن أن يعبر عن الشكل التالى :

ق١ ق٢ قر
ص١ ص٢ صك } قضايا مفسرة . [D—N]

———————————
ص

يطلق على البيانات التفسيرية من هذا النوع اسم التفسيرات بواسطة التضمن الاستنباطى تحت قوانين عامة أو التفسيرات الاستنباطية وفق نواميس (أصل المصطلح ناموس هو الكلمة اليونانية « النوموس » بالنسبة للقانون) . ونطلق على القوانين المستعان بها فى التفسير العلمى القوانين المفسرة للظاهرة المفسرة ويقال عن البرهان التفسيرى إنه تضمين المفسر تحت تلك القوانين . الظاهرة المفسر فى تفسير إستنباطى وفق نواميس قد تكون حادثة تحدث فى زمان ومكان معينين وذلك كخصائص معينة تبتدى بوجه علم بواسطة قوس قزح أو إطراد يعبر عنه قانون امبريقى كقوانين جاليليو وكبلر . التفسيرات الاستنباطية لمثل هذه الاطرادات تستعين إذن بقوانين ذات نطاق واسع كقوانين الانعكاس والانكسار الضوئيين أو قوانين نيوتن للجاذبية والحركة . وكما يصور هذا الاستخدام لقوانين نيوتن غالبا ما تفسر القوانين الامبريقية بواسطة المبادىء النظرية التى تشير إلى التركيبات والعمليات الكامنة فى الاطرادات موضع البحث . سنعود إلى مثل هذه التفسيرات فى الفصل القادم . تستوفى التفسيرات وفق نواميس مطلب الاتفاق التفسيرى بأقوى معانيه الممكنة . فالمعلومات التفسيرية التى تزودنا بها

تتضمن القضية المفسرة من الناحية الاستنباطية . ومن ثم نقدم من الناحية المنطقية أسسا طيبة للاعتقاد بأن الظاهرة المفسرة متوقعة (سنقابل توا تفسيرات علمية أخرى تسترق المطلب بمعنى استقرائي أضعف فحسب) . ويقابل أيضا مطلب القابلية للاختبار حيث تتضمن القضايا المفسرة من بين ما تتضمنه من أشياء أخرى حدوث الظاهرة في ظل ظروف معينة تتفق مع بعض التفسيرات العلمية مع نمط (الاستنباط وفق نواميس) تمام الاتفاق ويكون هـــذا الاتفاق بوجه خاص عندما تكون سمات كية معينة لظاهرة من الظواهر مفسرة بالاشتقاق الرياضى من القوانين العامة المفسرة كما فى حالة الانعكاس في المرايا الكرية والتى على هيئة قطع مكافىء . خذ التفسير المشهور الذى قدمه ليفربيه (وفى استقلال عنه قدمه آدمز) عن ظواهر عدم الاطراد المعينة في حركة الكوكب أورانوس والتى وفقا لنظرية نيوتن السائدة يستحيل تفسيرها بالجذب الجاذبى للكواكب الأخرى المعروفة آنذاك . لقد تصور ليفربيه أنها نتجت عن الدفع الجاذبى لكوكب خارجى لم يكتشف بعد بحسب الموقع والكتلة والخصائص الأخرى التى للكواكب ليعلل فى تفصيل كمى ظواهر عدم الاطراد الملاحظة . لقد تأيد تفسيره بقوة عندما اكتشف كوكب جديد فى الموضع المتنبأ به وهو « نبتون » الذى اتخذ الخصائص الكمية التى عزاها إليه ليفربيه . ومرة أخرى اتخذ لتفسير خاصية البرهان الاستنباطى الذى تتضمن مقدماته القوانين العامة وخاصة قوانين نيوتن عن الجاذبية والحركة وأيضا القضايا التى تخص التفصيلات الكمية المتعددة عن الكوكب المزعج . الا أنه ليس من النادر أن تقرر التفسيرات وفق نواميس في صورة تقديرية تسقط هذه التفسيرات ذكر الافتراضات التى تفترضها

التفسيرات قبلا وإن كانت تسلم بها ضمن السياق المقرر . ومثل هـــذه التفسيرات يعبر عنها أحيانا فى الصورة « س لأن ص » حيث « س » هى الحادثة المراد تفسيرها ، ص حادثة سابقة أو مصاحبة أو حالة سيئة . وعلى سبيل المثال القضية القائلة بأن « الوحل على المشى الجانبى ظل سائلا أثناء الصقيع لأنه رش بالملح » لا يذكر هذا التفسير صراحة أية قوانين ولكنه على الأقل يفترض ضمنا واحداً منها هو أن نقطة تجمد الماء تنخفض إذا أذيب فيه الملح . وفى الواقع أنه بفضل هذا القانون على وجه الدقة يحصل رش الملح على الدور التفسيرى التعليلى بصفة خاصة. ذلك الدور الذى تعزوه إليه قضية العلية فى صورتها التقريرية . هذه القضية ناقصة عرضا فى نواحى أخرى ، فعلى سبيل المثال تسلم ضمنا وتدع ذكر افتراضات معينة عن الظروف الفزيائية السائدة . وذلك كدرجة الحرارة التى لا تهبط إلى درجة شديدة الانخفاض . وإذا كانت الافتراضات الاعتبارية وغيرها من الافتراضات التى حذفت على هذا النحو تضاف إلى القضية القائلة بأن الملح رش على الوحل فإننا نحصل على مقدمات للتفسير الاستنباطى وفق نواميس لواقعة أن الوحل ظل سائلاً وتصدق تعليقات مماثلة على تفسير سيملويز أن حمى النفاس سببتها مادة حيوانية متحللة دخلت إلى مجرى الدم من خلال الجروح المفتوحة. وعلى هذا النحو لم يقم التفسير ذكرا لقوانين عامة . لأن هذا يتضمنه تقرير أن التلوث يسبب حمى النفاس . فالتعميم لا شك كان مسلما به إذن من قبل سيملويز الذى لم تقدم إليه مشكلة مرض كولتشكا الميت على أنها مشكلة علمية لو تحقق شرط إدخال المادة السامة فى مجرى الدم لكانت النتيجة تسمم الدم (كان كولتشكا بأية وسيلة أول من يموت بسبب تسمم الدم الناتج

عن جرح بمبضع ملوث وبتهكم مأسوى كان على سيملويز أن يعانى نفس المصير) . ولكن بمجرد أن جعلت المقدمة الضمنية صريحة ظهر أن التفسير يتضمن الاشارة إلى قوانين عامة .

كما توضح الأمثلة السابقة غالبا ما تفترض مسبقا القوانين العامة المتناظرة قضية تفسيرية بحيث أن حادثة معينة من نوع معين « ز » (وعلى سبيل المثال تمدد غاز من الغازات تحت ضغط ثابت ، سريان تيار فى لفة سلك) سببها حادثة من نوع آخر (وعلى سبيل المثال تسخين الغاز ، حركة اللفة فى مجال مغناطيسى) ولكى نفهم هذا لن نحتاج للدخول فى المتاهات المعقدة لفكرة العلية . يكفى أن نلاحظ القاعدة العامة « نفس العلة نفس المعلول » عند تطبيقها على مثل هذه القضايا التفسيرية تنتج لنا الدعوى المتضمنة أنه إذا ما حدثت حادثة من النوع « و » فانها تكون مصحوبة بحادثة من النوع « ز » وقولنا إن تفسيرا من التفسيرات يعتمد على قوانين عامة لا يعنى أن إكتشافه يتطلب إكتشاف القوانين العامة . فالاستبصار الجديد المعنى الذى يصل إليه تفسير من التفسيرات يكمن أحيانا فى الكشف عن واقعة معينة (وعلى سبيل المثال وجود الكوكب الخارجى غير المكتشف المادة السامة الملقة بأيدى الأطباء القائمين بالفحص) تفسر الظاهرة المفسرة بفضل القوانين العامة المقبولة سابقا . وفى حالات أخرى وكذلك كذلك الخطوط فى طيف الايدروجين يكمن الانجاز التفسيرى فى التكشف عن قانون تفسيرى (قانون بالمر) وفى نهاية الأمر عن نظرية تفسيرية (كنظرية بوهر) ومع ذلك فى حالات أخرى يكمن الانجاز الأعظم لتفسير من التفسيرات فى بيان كيف يمكن تفسير الظاهرة المفسرة بالرجوع للقوانين والمعطيات

بصدد الوقائع الجزئية التى فى متناول أيدينا فعلا .

يتضح هذا بالإستخلاص التفسيرى لقوانين الانعكاس بالنسبة للمرايا الكرية التى على هيئة القطع المكافىء من القانون الأساسى للبصريات الهندسية فى إرتباطه بقضايا الخصائص الهندسية للمرايا .

لا تحدد المشكلة التفسيرية بذاتها أى نوع من الاكتشاف مطلوب لحلها. ولهذا أكتشف ليفرييه الإنحراف عن المسار المتوقع نظريا أيضا فى حركة الكوكب « عطارد » وكما فى حالة « أورانوس » محاول أن يفسر هذه الإنحرافات بإعتبارها ناتجة عن الدفع الجاذبى لكوكب لم يكتشف بعد «فولكان» الذى تعين أن يكون شيئا شديد الكثافة، شديد الضآلة بين الشمس وعطارد ولكن لم يوجد مثل هذا الكوكب . والتفسير المقنع قدمته مؤخرا نظرية النسبية العامة التى عللت عدم الاطراء لا بالرجوع لواقعة معينة مزعجة ولكن بواسطة نسق جديد من القوانين .

٥ ـ ٣ القوانين الكلية والتعميمات العرضية :

إن القوانين تلعب دورا أساسيا فى التفسير الاستنباطى وفق نواميس فهى توفر الأداة التي بسببها يمكن أن تستخدم الظروف المعينة (التى تصنعها القضايا ص١، ص٢ — صن)لتفسير حدوث حادثة معنية .

وعندما لا تكون الظاهرة المفسرة حادثة معينة بل إطرادا كتلك الاطرادات التى تمثلها الخصائص المذكورة قبلا للمرايا الكرية والتى هى على هيئة القطع المكافىء تقدم القوانين التفسيرية نسقا من الاطرادات الأكثر شمولا والتى لا يكون الاطراد المعين إلا حالة خاصة منها. تشارك القوانين المطلوبة للتفسيرات الاستنباطية وفق نواميس فى خاصية أساسية . فهى قضايا ذات صورة كلية . وتفصيلا إن القضية من هذا النوع تقرر إرتباطا مطردا

بين ظواهر إمبريقية مختلفة . أو بين أوجه مختلفة لظاهرة إمبريقية. إنها قضية بحيث أنه عندما تتوفر ظروف من نوع معين وليكن « و » تحدث دائما بغير إستثناء ظروف من نوع آخر « ز » (ليست كل القوانين العلمية من هذا النمط فى الأقسام التالية نصادف قوانين ذات صورة احتمالية وتفسيرات مبنية عليها). وهاهنا بعض الأمثلة لقضايا ذات صورة كلية . فعندما تتزايد درجة حرارة الغاز ويظل ضغطه ثابتا يزداد حجمه . وعندما يذاب جسم صلب فى سائل من السوائل ترتفع درجة غليان السائل وعندما ينعكس شعاع ضوئى على سطح مستو فإن زاوية الإنعكاس تساوى زاوية السقوط وعندما ينكسر قضيب حديد ممغنط إلى إثنين فإن الجزءين يكونان ممغنطين أيضا . وعندما يسقط جسم من الأجسام سقوطا حرا من السكون فى الخلاء بالقرب من سطح الأرض فان المسافة التى يقطعها فى « ن » من الثوانى هى ١٦ ن² قدما مربعا . إن معظم قوانين العلوم الطبيعية قوانين كمية . إذ تقرر إرتباطا رياضيا معينا بين مختلف الخصائص الكمية للأنساق الفزيائية (وعلى سبيل المثال حجم ودرجة حرارة وضغط غاز من الغازات) أو الإجراءات (وعلى سبيل المثال بين الزمن والمسافة فى السقوط الحر فى قانون جاليليو بين فترة ثوران كوكب من الكواكب وبعده الحقيقى عن الشمس فى القانون الثالث من قوانين كبلر . بين زوايا السقوط والإنكسار فى قانون سنيل) وإن شئنا الدقة نقول إن القضية التى تقرر إرتباطا مطردا تعتبر قانونا إذا كانت هناك أسباب لافتراض أنها صادقة. فنحن لا نتكلم عادة عن قوانين زائفة للطبيعة. ولكن إذا كان هذا المطلب يلاحظ بشدة فإن القضايا المشار إليها باعتبارها قوانين جاليليو وكبلر لن توصف باعتبارها قوانين لأنها بحسب المعارف الفزيائية الجارية تصدق فقط على وجه التقريب .

وكما نرى فيما بعد تفسر النظرية الفزيائية السبب فى كونها كذلك . وتصدق ملاحظات مماثلة على قوانين البصريات الهندسية وعلى سبيل المثال لا يسير الشعاع الضوئى فى الوسط المتجانس فى خطوط مستقيمة . بل ينحرف حول الأركان . ولذلك فستخدم لفظة «قانون» حرفيا بعض الشيء فى تطبيق اللفظة على قضايا معينة من النوع المشار إليه هنا . المعروف أنها تصدق فحسب على وجه التقريب بناء على أسس نظرية وبمواصفات معينة. سنعود إلى هذه النقطة فى الفصل القادم عندما نتناول تفسير القوانين بالنظريات

رأينا أن القوانين المستعان بها فى تفسيرات استنباطية وفق نواميس لها صورة أساسية (فى كل الحالات عندما تتحقق الشروط من النوع « و » تتحقق الشروط من النوع «ز» كذلك ولكن من المثير حقا أنه ليست كل القضايا [من هذه القضايا] من هذه الصورة الكلية. إذا كانت صادقة أمكن أن تتسم بوصفها قوانين للطبيعه. وعلى سبيل المثال القضية القائلة » كل الصخور فى هذا الصندوق تحتوى على الحديد » هى من الصورة الكلية لـ «و» شرط كون الصخر فى الصندوق ، « ز » شرط الاحتواء على الحديد ، ومع ذلك إذا كانت القضية صادقة لا يمكن اعتبارها كقانون. ولكن كتقرير لشيء من الأشياء يتصادف أن تكون الحالة «تعميما عرضيا» لنفحص القضية القائلة كل الأجسام المصنوعة من ذهب خالص كتلتها أقل من مائة ألف كيلو جرام. لا شك أن الأجسام الذهبية التى اختبرت تتفق معها .ومن ثم توجد بينة مؤيدة لها إعتبارها. وليس ثمة شواهد غير مؤيدة . وفى واقع الأمر من المحتمل أنه لم يحدث أبدا فى تاريخ العالم أن كان هناك أو سوف يكون جسم من الذهب الخالص كتلته مائة ألف كيلوجرام أو أكثر .وفى هذه الحالة إن

التعميم المقترح تقديمه لن يكون مؤيدا تأييدا قويا. ولكن يكون صادقا. ومع ذلك نحن نعتبر صدقه عرضا على أساس أنه لا شيء في القوانين الأساسية للطبيعة كما هو مفهومها في العلم المعاصر يحول دون إمكانية تواجدها أو حتى إمكانية إنتاجنا لشيء صلب من الذهب كتلته تزيد عن مائة ألف كيلو جرام ومن ثم إن القانون العلمي لا يمكن تعريفه بكفاءة كقضية صادقة ذات صورة كلية يعبر هذا التوصيف عن شرط ضروري وإن كان غير كاف لقوانين من النوع موضع الدراسة .

ما الذي يميز القوانين الأصلية من التعميمات العرضية .

نوقشت هذه المشكلة الخادعة نقاشا مستفيضا في السنوات الأخيرة . لننظر بإيجاز إلى بعض الأفكار الأساسية التي نجمت عن الحوار المستمر حتى الآن : إن فارقا مؤثرا وموحيا لاحظه نيلسون جودمان[1] هو هـــــذا إن القانون يمكن أن يستخدم في تأييد القضايا الشرطية المخالفة للواقع في أي القضايا ذات الصورة .

« إذا كانت ا هي الحالة ، إذن لكانت ب هي الحالة وفي الواقع ليست ا هي الحالة ومن ثم إن القضية التقديرية القائلة :

« إذا كانت شمعة البرافين قد وضعت في غلاية بها ماء يغلي لكانت قد انصهرت يمكن أن تتأيد بواسطة القانون القائل إن البرافين يكون سائلا

---

(١) في مقاله « مشكلة القضايا الشرطية المخالفة للواقع » أعيد طبعه باعتباره الفصل الاول من كتابه « الحقيقة والخيال والتنبؤ » الطبعة الثانية لراندياناپولس ـ شركة بوبز ـ ميريل (انديانا) سنة ١٩٦٥ يتناول هذا المؤلف . المشكلات الأساسية الخلابة بصدد القوانين والقضايا المخالفة للواقع والاستدلال الاستقرائي وفحصها من وجهة نظر تحليلية متقدمة .

فى درجة حرارة فوق الستين درجة مئوية (والحقيقة أن درجة غليان الماء هى ١٠٠ درجة مئوية) ولكن القضية القائلة بأن « كل الصخور فى هذا الصندوق تحوى حديدا » لا يمكن أن تستخدم على نحو مماثل لتأييد قضية مخالفة للواقع .

« اذا كانت هذه الحصاة قد وضعت فى هذا الصندوق لكان قد احتوى على الحديد » وبالمثل إن القانون على النقيض من التعميم العرضى الصادق يمكن أن يؤيد القضايا الشرطية الجازمة أى القضايا ذات الصورة « إذا كان الابد أن يحدث فإذن «ب» كذلك » حيث يترك جانبا مسألة كانت ا تحدث أو لا تحدث فى واقع الأمر فالقضية القائلة .

« إذا كانت شمعة البرافين هذه لا بد وأن توضع فى الماء إذن ستنصهر » مثال لذلك . ويرتبط وثيقا بهذا الفارق فارق آخر له أهمية خاصة لنا . فالقانون من القوانين يمكن أن يستخدم كأساس لتفسير من التفسيرات حيث لا يمكن أن يستخدم تعميم من التعميمات العرضية . ومن ثم إن إذابة شمعة البرافين الخاصة الموضوعة فى ماء مغلى يمكن أن تفسر بالتطابق مع الشكل البرهانى (D.N) الاستنباط وفق نواميس . وذلك بالرجوع إلى الوقائع الجزئية المذكورة توا وإلى القانون القائل بأن البرافين يذوب عندما ترتفع درجة حرارته فوق الستين درجة مئوية ولكن الحقيقة القائلة بأن صخرة خاصة فى صندوق يحوى حديدا لا بد وأن تفسر على نحو مماثل بالرجوع إلى القضية الملحة القائلة بأن كل الصخور فى الصندوق تحوى حديدا .

وقد يبدو من المستحسن أن نقول خاصا بمزيد من التمييز أن القضية الأخيرة تستخدم ببساطة كصيغة مختصرة متصلة نهائية من هذا النوع « الصخرة ه، تحوى حديدا والصخرة ه، تحوى حديدا والصخرة ه، تحوى حديدا فى حين

أن التعميم بصدد البرافين يشير إلى مجموعة حالات خاصة لا متناهية بالقوة، ولذلك لا يمكن تفسيره بقضايا متصلة متناهية تصف شواهد فردية .

هذا التمييز مقترح وإن كان فيه غلو . لأننا إذا بدأنا به كان التعميم القائل بأن كل الصخور فى هذا الصندوق تحوى حديدا لا يخبرنا فى الواقع بكم صخرة فى الصندوق ولا يسم أيا من الصخور المعينة هـ١ ، هـ٢ — الخ. ومن ثم فإن القضية العامة لا تكافىء من الناحية المنطقية قضية متصلة متناهية من النوع المذكور توا . ولكى نصوغ قضية متصلة مناسبة نحتاج إلى معلومات إضافية قد نحصل عليها بعد ، وضع بطاقات على الصخور فى الصندوق . وإلى جانب ذلك تعميمنا القائل « كل الأجسام من الذهب الخالص كتلتها أقل من مائة ألف كيلو جرام لن يعتبر قانونا حتى إذا كانت هناك أجسام من الذهب كثيرة لا متناهية العدد فى العالم .

ومن ثم فان المحك الذى وضعناه موضع الاعتبار يحقق لأسباب كثيرة متعددة .

ونلاحظ أخيرا أن القضية ذات الصورة الكلية قد توصف باعتبارها قانونا حتى وإن لم يكن لها بالفعل شواهد أيا كانت و كمثال نفحص القضية القائلة « بالنسبة لأى جرم من الأجرام السماوية له نصف قطر الأرض وضعف كتلتها يتطابق السقوط الحر من السكون مع الصيغة القائلة بأن العجلة = ٣٢ قدما مربعا فى الثانية وقد لا يكون ثمة جرم سماوى فى الكون أجمع له الحجم والكتلة المعنيين ومع ذلك إن للقضية صفة للقانون لأنها (أو بالأخرى بالتقريب منها كما فى حالة قانون جاليليو) تنتج من نظرية نيوتن عن الجاذبية والحركة فى اتصالها بالقضية القائلة أن عجلة السقوط الحر على الأرض هى ٣٢ قدما

فى الثانية الواحدة كل ثانية واحدة .

ومن ثم إنها ذات تأييد قوى تماما كالقانون الذى أوردناه قبلا للسقوط الحر على سطح القمر .

لاحظنا أن القانون يمكن أن يؤيد قضايا شرطيه جازمة ومخالفة للواقع عن الشواهد بالقوة .

أى عن الحالات الخاصة التى يمكن أن تحدث أو التى كان ممكنا أن تحدث ولكنها لا تحدث .

وعلى نحو مماثل تؤيد نظرية نيوتن قضيتنا العامة فى الصيغة الشرطية المختصرة والتى توحى بما يشبه القانون أعنى (بالنسبة لأى جرم سماوى قد يكون موجودا وبحيث يكون له نفس حجم الأرض وضعف كتلتها يتطابق السقوط الحر مع الصيغة القائلة بأن عجلة السقوط ٣٢ قدما مربعا فى الثانية الواحدة . وخلافا لذلك التعميم الخاص بالصخور لا يمكن أن يفسر بإعتباره يقرر أن أية صخرة من الصخور التى تكون فى الصندوق تحوى حديدا وليس لهذه الدعوى الأخيرة بطبيعة الحال تاييد نظرى . وبالمثل ليس لنا أن نستخدم تعميمنا عن كتلة الأجسام المصنوعة من الذهب ولنسمها « ح » لتاييد قضايا مثل « جسمان » من الذهب الخالص كتلتهما منفردين تبلغ أكثر من مائة ألف كيلو جرام لا يمكن صهرها ليكونا جسما واحدا.

وإذا كان الصهر ممكنا كانت كتلة الجسم الناتج حينئذ أقل من مائة ألف كيلو جرام لأن النظريات الفزيائية والكيميائية الأساسية عن المادة . تلك النظريات المقبولة والمتداولة لا تحول دون نوع الصهر الذى تناولناه هنا ولا يتضمن أن هناك كتلة فاقدة من النوع المشار إليه هذا .

ومن ثم إذا كان التعميم « هـ » صادقا أى إذا لم تـكن ثمة استثناءات لا بد وأن تحدث دوما فإن هذا يؤسس عرضا أو إتفاقا وفق حـكم النظرية الجارية التى تسمح بحدوث استثناءات للتعميم « هـ » .

ومن ثم إذا اعتبرت القضية ذات الصورة الـكلية قانونا إعتمدت فى جزء منها على النظريات العلمية المقبولة فى ذلك الوقت .

ولا يعنى هذا القول بأن التعميمات الأمبريقية بدأت بالقضايا ذات الصورة الـكلية ، تلك التى تأيدت جيدا من الناحية الأمبريقيةولـكن دون أساس نظرى إنها لن تتسم بوصفها قوانين فقوانين جاليليو وكبلروبويل على سبيل المثال قبلت على هذا النحو قبل أن تجد تأييدا نظريا . وموافقة النظرية هى هذا بالأحرى قضية ذات صورة كلية سواء تأيدت إمبريقيا أم لم تختبر بعد . تتسم بوصفها قانونا إذا تضمنّها نظرية مقبولة .

(القضايا من هذا النوع يشار إليها غالبا باعتبار أنها قوانين نظرية)

وإذا تأيدت من الناحية الامبريقية وافترض صدقها مسبقا فى الواقع فلن تتسم بوصفها قانونا إذا كانت تحـكم حدوث افتراض معين (وذلك مثل صهر جسمين من الذهب وكتلة ناتجة تزيد عن مائة ألف كيلو جرام فى حالة التعميم هـ) تسمه النظرية المقبولة بوصفة ممـكنا[1] .

---

(١) من أجل تحليل أوفى لمفهوم القانون ولاجل مزيد من قوائم المصادر أنظر ارنست ناجل بنية العلم، نيويورك ، هاركوت بريس وارلد سنة ١٩٦١ الفصل الرابع .

٥ — ٤ اصول التفسير الاحتمالى :

ليست كل التفسيرات العلمية قائمة على قوانين ذات صورة كلية ومن ثم جيم الصغير مصاب بالحصبة تفسر بقولنا أنه أخذ المرض من أخيه الذى كان مصابا بحالة سيئة من الحصبة منذ بضعة أيام مضت . هذا التفسير يربط الواقعة المفسرة بواقعة حدث قبلا وهى تعرض جيم للحصبة . يقال أن الواقعة الأخيرة تزودنا بتفسير لأن هناك ارتباطا بين التعرض للحصبة والإصابة بالمرض . لا يمكن التعبير عن ذلك الارتباط بقانون ذى صورة كلية إلا أن كل حالة تعرض للحصبة لا تنتج العدوى . ما يمكن ادعاؤه هو فحسب الأشخاص المعرضون للحصبة يصابون المرض إحتمالية عالية أى بنسبة مئوية عالية فى كل الحالات . القضايا العامة من هذا النمط والتى نختبرها توا تسمى قوانين ذات صورة إحتمالية أو قوانين إحتمالية باختصار . فى تصورنا تتألف المفسرات من القانون الاحتمالى المذكور توا والقضية القائلة بأن جيم كان معرضا للحصبة . وخلافا لحالة التفسير وفق نواميس لا تتضمن هذه القضايا المفسرة القضية المفسرة القائلة بأن جيم أصيب بالحصبة لأن النتيجة فى صادقة دائما فى الاستدلات الاستنباطية بينما فى مثالنا من الواضح أنه من الممكن أن تكون القضايا المفسرة صادقة ومع ذلك القضية المفسرة كاذبة وبإيجاز نقول إن القضايا المفسرة (المفسرات) تتضمن المفسرات ليس بيقين استنباطى ولكن فحسب بتعين تقريبى أو باحتمالية عالية والبرهان التفسيرى الناتج يرسم على النحو الآتى الوارد فى أعلى الصفحة .

الاحتمالية بالنسبة للأشخاص المعرضين للحصبة .

الاصابة بالمرض عاليـــــة :

[تضم احتمالات عاليا] جيم كان معرضا للأصابة الحصبة :

أصيب جيم بالحصبة .

فى التمثيل المعتاد للبرهان الاستنباطى الذى إستخدم على سبيل المثال فى الشكل البرهانى (الاستنباط وفق نواميس) السابق تفصل النتيجة عن المقدمات بخط مفرد يستخدم لبيان أن المقدمات تتضمن النتيجة من الناحية المنطقيه .

الخط المزدوج المستخدم فى الشكل البرهانى الذى أوردناه أخيرا مقصود به الاشارة بالمماثلة إلى أن المقدمات (المفسرات) تجعل النتيجة (القضية المفسرة) أكثر أو أقل احتمالا - ودرجة الاحتمال يوحى بها التدوين بين قوسين وتسمى البراهين من هذا النوع بالتفسيرات الاحتمالية . وكما تبين من مناقشتنا إن التفسير الاحتمالى لحادثة مفردة يشترك مع نمط التفسير الاستنباطى وفق نواميس والنمط المناظر له فى خصائص أساسية معينة .

فى كلا الحالين تفسر الحادثة المعينة الرجوع إلى الحوادث الأخرى التى ترتبط معها الحادثة المفسرة بقوانين .

ولكن فى إحدى الحالتين تكون القوانين ذات صورة كلية وفى الأخرى ذات صورة احتمالية وبينما يوضح التفسير الاستنباطى أنه على أساس المعلومات المحتواة فى المفسرات المفسر بتيمين استنباطى خلافا للتفسير الاستقرائى على أساس المعلومات المحتواة فى المفسرات يتوقع حدوث المفسر باحتمالية عالية فحسب أو « بيقين عملى » . وعلى هذا النحو يقابل البرهان الأخير مطلب الموافقة التفسيرية .

٥ — الاحتمالات الاحصائية والقوانين الاحتمالية :

لابد لنا أن نفحص صفتين مميزتين للتفسير الاحتمالى لاحظناهما توا

باحكام أكثر ها القوانين الاحتمالية التى يستعين بها والنوع الخاص من اللزومات الاحتمالية التى تربط بين المفسر والمفسر .

لنفرض أنه من وعاء يحوى كرات كثيرة من نفس الحجم والكتلة ولكن ليس بالضرورة من نفس اللون جرى سحب متعاقب وفى كل سحب تستبعد إحدى الكرات ويلاحظ لونها ثم أعيدة الكرة إلى الوعاء الذى اختلطت محتوياته تماما قبل أن يحل السحب التالى هـــذا مثال يسمى لما بالعملية أو التجربة العشوائية . تصور نقوم بتحديد خصائصه بتفصيل أكبر نشير إلى الإجراء الذى وصفناه توا باعتباره التجربة « ىہ » وإلى كل سحب باعتباره أداء للتجربة « ىہ » وإلى لون الكرة الناتجة عن السحب بإعتباره النتيجة أو حاصل الأداء .

إذا كانت كل الكرات فى الوعاء بيضاء اللون فإن قضية من القضايا ذات الصورة الكلية الدقيقة تصدق على النتائج المتولدة عن أداء التجربة « ىہ » وكل سحب من الوعاء ينتج عن كرة بيضاء أو تنتج عنه النتيجة « ص » . إذا كان فقط بعض الكرات وليكن ٦٠٠ كرة بيضاء اللون بينما البعض الآخر وليكن ٤٠٠ كرة حمراء اللون فإنه تصدق على التجربة قضية عامة ذات صورة احتمالية وإحتمالية أداء التجربة «ىہ» لتنتج كرة بيضاء أو حاصل ص هو ٦و وبالرموز .

٥ ١ ع (ص ، ىہ) = ٦و

وبالمثل احتمالية الحصول على الوجوه كنتيجة للتجربة العشوائية « ىہ » لتقذف قطعة نقود معدنية هى .

٥ ب ع (ر ، ق) = ٥و

احتماليه الحصول على آس كنتيجة تجربة عشوائية ز لدحرجة الزهر المرتب هى ٠

ه حـ ع (ا 6 ز) = ١/٦

ماذا تعنى مثل هذه القضايا الاحتمالية وفقا لوجهة نظر مألوفة تسمى التصور الكلاسيكى للاحتمال تفسر القضية ه ١ كالآتى كل أجراء للتجربة « ر » ينتج اختبارا لواحد من بين ألف احتمال أساس أو بدائل أساسية يمثل كل منها كرة واحدة فى الوعاء ٠ من هذه الاختيارات المحتملة ٦٠٠ اختيار موافقة للحاصل «ص» واحتمالية سحب كرة بيضاء هى ببساطة نسبة عدد الاختيارات الموافقة المتداولة بالنسبة لعدد الاختيارات المحتملة أى ٦٠٠/١٠٠٠ والتفسير الكلاسيكى للقضايا الاحتمالية ه ب 6 ه حـ يتبع نفس الخطوط ٠ ومع ذلك هذه السمة ليست كافية لأنه إذا كانت الكرات الحمراء الأربعمائة توضع قبل كل سحب أعلى الكرات البيضاء ففى هذا النوع الجديد من تجربة الوعاء وليكن «ف» نسبة الموافق للبدائل الرئيسية الممكنة يظل كما هو . ولكن احتمال سحب الكرة البيضاء ، أقل فى التجربة «ں» التى اختلطت فيها الكرات تماما قبل كل سحب . والتفسير الكلاسيكى يأخذ الاعتبار هذه الصعوبة فيطلب أن تكون البدائل الرئيسية المشار إليها فى تعريفه للاحتمال متكافئة الاحتمال أو متكافئة الامكان ، مطلب يحتمل الاخلال به فى حالة التجربة « ں » ٠

يثير هذا الشرط الزائد تساؤلا عن كيفية تحديد تكافؤ الأحتمال وتكافؤ الامكان. نمر على هذه القضية المتبعة نوعا والمثيرة للجدل لأنه بإفتراض أن تكافؤ الاحتمال أمكن تحديد خصائصه بوجه يبعث على الرضا يظل التفسير الكلاسيكى لا يفى بالغرض إذ تخصص الاحتمالات لنتائج التجارب العشوائية التى لا تعرف لها طريقاً مقبولا لتميز البدائل الأساسية المتكافئة الأحتمال . ومن ثم بالنسبة

للتجربة العشوائية «ز» لدحرجة الزهر المرتب يمكن أن تمتبر الأوجه الستة ممثلة لمثل هذه البدائل المتكافئة الاحتمال. ولكننا نعزو هذه الاحتمالات إلى مثل هذه النتائج كدحرجة آس أو عدد فردى من النقط. الخ وأيضا فى حالة الزهر المحتمل وإن لم يكن ثمة حواصل أساسية متكافئة الاحتمال يمكن تمييزها هنا.

وبالمثل — وهذا هام بوجه خاص — يحدد العلم احتمالات النتائج لتجارب عشوائية معينه أو إجراءات عشوائية تصادفنا فى الطبيعة وذلك كالتحلل خطوة فخطوة لذرات المواد المشعة أو إستحالة الذرات من حالة طاقة إلى أخرى. ومرة أخرى نجد بدائل رئيسية متكافئة الاحتمال قد تعرف وتحسب بها كلاسيكيا مثل هذه الاحتمالات.

ولكى نصل إلى تفسير مقنع للقضايا الاحتمالية بدرجة أكبر نفحص كيف تتأكد احتمالية دحرجة الآس من الآسات بزهر معين غير معروف ترتيبه من الواضح أن هذا يتم بإجراء الكثير من الرميات بالزهر والتأكد من التكرار النسبى أى التناسب لتلك الحالات التى يظهر فيها الآس. وعلى سبيل المثال إذا أجريت التجربة « ز » لدحرجة الزهر ٣٠٠ مرة وظهر الآس فى ٦٢ حالة كان التكرار النسبى $\frac{٦٢}{٣٠٠}$ معتبر القيمة تقريبية للاحتمال ح(ا، ز) لدحرجة آس من الآسات بالزهر المعين. وتستخدم إجراءات مماثلة لتقييم الاحتمالات المرتبطة بنقف قطعة نقود معينة، تدوير عجلة الروليت . . الخ وبالمثل الاحتمالات المرتبطة بالتحلل الأشعاعى النشط والانتقالات بين مختلف حالات الطاقة الذرية والعمليات التخليفية ... الخ

تتحدد بالتأكيد من التكرارات النسبية المناظرة إلا أن هذا غالبا ما يجرى بطرق غير مباشرة بدرجة عالية أكثر منه بالعد البسيط للحالات الذوية المفردة أو غيرها من الحالات فى الأنواع الموافقة.

ويصدق التفسير بلغة التكرارات النسبية أيضا على القضايا الاحتمالية وذلك مثل « ٥ ب » ، « ٥ جـ » اللتان تعنيان بنتائج نقف قطعة معدنية نقيـــة (أى متجانسة وأسطوانية تماما) أو رمى زهر مرتب (متجانس ومكعب تماما) .

أيهتم به العالم أو المقامر بالنسبة لهذه المسألة فى عمل قضية احتمالية هو التكرار النسبى الذى عن طريقة تتوقع النتيجة « ل » فى سلسلة طويلة من التكرارات لتجربة عشوائية « ع » حساب البدائل الرئيسية المتكافئة الاحتمال وبينها البدائل الموافقة للنتيجة «ل »والتى قد تعتبر حيلةاستكشافية لتخمين التكرار النسبى لـ « ل » وفى الواقع حين ترمى الزهر المرتب أو القطعة المعدنية الجيدة عددا كبيرا من المرات تتجه الأوجه المختلفة للظهور بتكرار متساوى . وقد يكون ممكنا للمرء أن يتوقع هـــذا على أساس الاعتبارات المتماثلة للنوع الذى يكثر إستخدامه فى تكوين الفروض الفزيائية لأن معرفته الامبريقية لا تقدم أساسا لتوقع أى من الوجوه أكثر من غيره . ولكن حيث تكون هذه الاعتبارات نافعة من الناحية الاستكشافية لا يجب أعتبارها حقائق يقينية أو بنية بذاتها . فبعض الافتراضات بصدد الاحتمالات المتكافئة عرضة دائما للتصحيح فى ضوء المعطيات الامبريقية المتعلقة بالتكرات النسبية الفعلية للظواهر موضع الدراسة . وتتضح هذه النقطة أيضا بالنظريات الاحصائية للغازات . تلك النظريات التى طورها نور وانيشتين وفرما وديراك على التوالى . تلك التى تقوم على فروض تتعلق بأى التوزيعات للجزئيات على وجه المكان متكافئة الاحتمال ومن ثم إن الاحتمالات المعينة فى القوانين الاحتمالية تمثل التكرارات النسبية . إلا أنها

تستطيع تعريفها بدقة باعتبارها تكرارات نسبية فى سلسلة طويلة من التكرارات للتجربة العشوائية الموافقة . لأن التناسب للآساسات التى نحصل عليها فى رمى زهر معين يتغير تغيرا طفيفا كلما امتدت سلسلة الرميات . وفى سلسلتين لهما نفس الطول يختلف عدد الآساسات عادة إلا أننا نجد أنه كلما تزايد عدد الرميات كأن التكرار النسبى للحواصل المختلفة أميل إلى التغير أدنى فأدنى وإن تغايره نتائج الرميات المتعاقبة بكيفية غير مطردة لا يمكن التنبؤ بها عمليا . هذا هو ما يسمى التجربة العشوائية « ع » ذات الحواصل $ل_{١}$ ، $ل_{٢}$ — $ل_{ن}$ بوجه عام الإجراءات المتعاقبة للتجربة « ع » تنتج لنا واحدة أو الأخرى من تلك النتائج على هيئة غير مطردة . ولكن التكرارات النسبية للنتائج تميل لأن تصبح ثابته كلما تزايد عدد مرات إجراء التجربة واحتمالات النتائج الحاصلة .

ح ($ل_{١}$ ، ع) ، ح ($ل_{٢}$ ، ع) ، ح ($ل_{ن}$ ، ع) قد تعتبر القيم المثلى التى تميل التكرارات الفعلية إلى إفتراضها كلما أصبحت ثابته باطراد متزايد . . ولأجل الاتفاق الرياضى تعرف الاحتمالات أحيانا باعتبار أنها حدود رياضية تتجه نحو التكرارات النسبية كلما تزايد عدد مرات إجراء التجربة تزايدا غير محدود . ولكن هذا التعريف قاصرا قاصورا معينا من ناحية المفهوم . وفى بعض الدراسات الرياضية المعاصرة عن الموضوع تتحدد خصائص المعنى الامبريقى المقصود لمفهوم الاحتمال عمدا ولأسباب طبية بطريقة أكثر غموضا بواسطة ما يسمى التفسير الاحصائى للاحتمال[1] .

---

(١) لزيد من التفصيل عن مفهوم الاحتمال الاحصائى وعن التعريف الحدى وأوجه النقص فيه يوجد فى مقالة ارنست ناجل « مبادىء نظرة الاحتمال » مطبعة جامعة شيكاغو سنة ١٩٣٩ تبع قلنا للتفسير الاحصائى ذلك التفسير الاحصائى الذى قدمه كرامر فى ص ١٤٨ ، ١٤٩ من كتابة « المناهج الرياضية للاحصاء » برنستون مطبعة جامعه برنستون سنة ١٩٤٦

القضية ح (ل ، ع) = —

تعنى أنه فى سلسلة طويلة من إجراء التجربة العشوائية ع يكون إتفاق الحالات مع النتيجة ل شديد الاقتراب من « ر » . لابد من تمييز مفهوم الاحتمال الاحصائى الذى تحددت خصائصه على هذا النحو من مفهوم الاحتمال الاستقرائى أو المنطقى الذى تناولناه فى القسم ٤ — ٥ . فالاحتمال المنطقى هو علاقة كمية بين قضايا محدودة . فالقضية ح (ف ، ك) = — تقرر أن الفرض « ف » تؤيده أو تجعله محتملا إلى الدرجة « ر » البينة المصاغه فى القضية ك . الاحتمال الاحصائى علاقة كمية بين أنواع من الحادثات تقبل التكرار . ثمة نوع معين من الحاصل الناتج « ل » ونوع معين من التجربة العشوائية « ع » يمثل التكرار النسبى الذى به تميل النتيجة « ل » إلى الحدوث فى سلسلة طويلة من إجراء التجربة « ع » . ما المتصورين من خصائص مشتركة هو خصائصها الرياضية فكلاهما يستوفى المبادىء الأساسية لنظرية الاحتمالات الرياضية .

(أ) القيم العددية الممكنة لكلا الاحتمالين مداها من صفر إلى واحد .

صفر < ح (ل . ع) < ١

صفر < ر (ف ، ك) < ١

(ب) أحتمال حدوث واحد من أثنين من الحواصل الناتجة عن التجربة ع والمستبعدة بالتبادل هو مجموع الاحتمالات للنتائج مأخوذة منفصلة . احتمال الصدق القائم على أية بينة « ك » بالنسبة لواحد أو آخر من الفرضين المستبعدين بالتبادل هو مجموع احتمالاتهما على التوالى .

إذا كان ل ، ل مستبعدين بالتبادل فإن

ح (ل١ أو ل٢ ، ع) = ح (ل١ ، ع) + ح (ل٢ ، ع)

إذا كان ف١ ، ف٢ فرضين مستبعدين من الناحية المنطقية فان

ح (ف١ أو ف٢ ، ك) = ح (ف١ ، ك + ح (ف٢ ، ك)

(حـ) احتمال أن تحدث بالضرورة نتيجة من النتائج فى كل الحالات مثل ل أولا ل هو واحد . فالاحتمال القائم على أية بينة لفرض من الفروض يكون صادقا من الناحية المنطقية (وبهذا المعنى ضرورة) وذلك مثل ف أولا ف هو واحد .

ح (ل أولا ل ، ع) = ١

ح (ف أولا ف ، ك) = ١

يمكن إختبار الفروض العلمية فى صورة القضايا الاحتمالية بفحص التكرارات النسبية الطويلة المدى للنتائج موضع الاهتمام وتأييد مثل هذه الفروض الواردة يحكم عليه بلغة التقارب فى الاتفاق بين الاحتمالات الفرضية والتكرارات موضع الملاحظة .

إلا أن منطق مثل هذه الإختبارات يمثل بعض المشكلات العويصة التى تستدعى على الأقل فحصا بإيجاز . لنفحص الفرض «ف» القائل بأن احتمال دحرجة الآس بزهر معين هو ١٥ر أو بايجاز ح (٢١ ، ز) = ١٥ر حيث «ز» هى التجربة العشوائية لدحرجة الزهر . فالفرض «ف» لا يتضمن من الناحية الاستنباطية أية لزومات إختبارية لتعيين كم من الآسات يقع فى سلسلة متناهية من الرميات للزهر . فعلى سبيل المثال لا يتضمن أن ٧٥ رمية بالضبط من بين ٥٠٠ رمية تنتج لنا آسا ولا أن عدد الآسات يقع فيما بين ١٥٠،١٠٠ ومن ثم إذا كانت نسبة الآسات التى نحصل عليها بالفعل فى عدد كبير من

الرميات يختلف بقدر معقول عن٥ ١ر فإن هذا لا يبطل « ف » بالمعنى الذى يمكن أن يبطل فيه فيه فرض من الفروض ذات الصورة الكلية الدقيقة . وذلك مثل « كل البجع أبيض » يمكن إبطالها بفضل برهان الرفع وذلك بالاشارة إلى شاهد واحد مخالف وذلك مثلى بجعة سوداء وبالمثل إذا كان الشوط من الرميات للزهر ينتج لنا نسبة من الآسات قريبة من ١٥ر فهذا لا يؤيد الفرض «ف» بالمعنى الذى يتأيد فيه فرض من الفروض بايجاد أن القضية الإختبارية «ت» التى يتضمنها من الناحية المنطقية صادقا حقا لأنه فى هذه الحالة الأخيرة يقرر الفرض القضية «ت» باللزوم المنطقى ونتيجة الإختبار هى لذلك مؤيدة بمعنى أنها تبين أن جزءا معينا مما يقرره الفرض صادق فى واقع الأمر . ولكن ليس ثمة شىء مماثل مماثلة دقيقة يبينه تكرار المعطيات المؤيدة للفرض «ف» لأن «ف» لا يقرر عن طريق اللزوم أن تكرار الآسات فى شوط طويل يكون بالتحديد قريبا من ١٥ر .

ولكن حيث لا يحول «ف» من الناحية المنطقية دون احتمال إبتعاد نسبة الآسات التى نحصل عليها فى سلسلة طويلة من الرميات للزهر من ١٥ر. يتضمن أن مثل هذه الابتعادات غير محتملة بدرجة عالية فى المعنى الاحصائى أى أنه إذا كانت تجربة الأداء لسلسلة طويلة من الرميات (قل ١٠٠٠ منها فى السلسلة) تكررت عددا من المرات فان نسبة ضئيلة فحسب من تلك السلسلة الطويلة هى التى تنتج نسبة من الآسات تبتعد بقدر معقول عن ١٥ر فبالنسبة لدحرجة الزهر من المفترض عادة أن نتائج الرميات المتوالية مستقلة من الناحية الإحصائية . ويعنى هذا إجمالا أن احتمال الحصول على آس فى رمى الزهر لا يعتمد على نتيجة الرمية السابقة . ويبين التحليل الرياضى أنه فى إتصال مع

إفتراض الإستقلال يحدد الفرض «ف» من الناحية الاستنباطية . الاحتمال الاحصائى لنسبة الآسات التى نحصل عليها فى ن من الرميات . إنها تبتعد عن ١٥ر بما لا يزيد عن قدر معين . وعلى سبيل المثال يتضمن الفرض «ف» أنه بالنسبة لسلسلة طويلة من الرميات للزهر ١٠٠٠ رمية الاحتمال حوالى ٩٧ر بحيث أن نسبة الآسات تقع بين ١٢٥ر ، ١٧٥ر وبالمثل بالنسبة لشوط من ١٠٠٠٠ رمية يكون الإجمالى حوالى ٩٩٥ر بحيث تقع نسبة الآسات بين ١٤ر ، ١٦ر. ومن ثم يمكن أن نقول إنه إذا كان الفرض «ف» صادقا فمن المؤكد من الناحية العلمية أنه فى محاولة من المحاولات ذات الشوط الطويل تختلف النسبة الملاحظة من الآسات بقدر ضئيل عن قيمة الاحتمال الافتراضى ١٥ر. ومن ثم إذا كان التكرار الملاحظ لنتيجة من النتائج ليس قريبا من الاحتمال المعين لها بواسطة فرض احتمالى طويل المدى فمن المحتمل أن يكون ذلك الفرض كاذبا .

وفى هذه الحالة يعد تكرار المعطيات غير مؤيد للفرض وآخذاً من الثقة فيه وإذا وجدت بينة من البينات غير مؤيدة للفرض بدرجة كافية أعتبر الفرض مرفوضا من الناحية العملية إن لم يكن من الناحية المنطقية وبناءا على ذلك يطرح الفرض . وبالمثل الإتفاق الشديد بين الاحتمالات الافتراضية والتكرارات الملاحظة يميل إلى تأييد الفرض الاحتمالى ويؤدى إلى قبوله .

إذا كانت الفروض الاحتمالية تقبل أو ترفض على أساس البينة الإحصائية المتعلقة بالتكرارات الملاحظة استدعى الأمر معايير مناسبة . هذه المعايير يتعين عليها أن تحدد (١) ما هى إنحرافات التكرارات الملاحظة عن الاحتمال الذى يقرره فرض من الفروض تلك الانحرافات التى تعد أساسا لرفض

الفرض (ب) كم يتطلب الأمر من شدة الاتفاق بين التكرارات الملاحظة والاحتمال الافتراضى كشوط لقبول الفرض. هذان المطلبان موضع البحث من الممكن أن يكونا أكثر أو أقل دقة وتعيينهما مسألة من مسائل الاختيار تتغير شدة المعايير المختارة تبعا لتغير السياق والأهداف المنشودة من البحث موضع الدراسة.

إنها تعتمد على الأهمية المضفاة فى السياق المعطى لتجنب نوعين من الخطأ قد يرتكبا . اطراح الفرض موضع الاختبار رغم صدقه وقبوله رغم كذبه. تتضح أهمية هذه النقطة بصفة خاصة عندما يستخدم قبول الفرض أو رفضه كأساس للتصرف العملى. ومن ثم إذا كان الفرض مهتما بالفاعلية والأمان المحتملين للمصل الجديد فإن القرار بصدد قبوله يأخذ فى الاعتبار كيف تتفق نتائج الاختبار الاحصائية مع الاحتمالات التى يعينها الفرض . ليس ذلك فحسب ولكن أيضا كم الخطورة للنتائج المترتبة على قبول الفرض والتصرف بحسبها (وعلى سبيل المثال تطعيم الأطفال بلقاح الجدرى) عندما يكون الفرض فى واقع الأمر كاذبا. والنتائج المترتبة على إطراح الفرض والتصرف بحسبها (مثال ذلك اتلاف المصل والتعديل والتوقف عن الاستمرار فى تصنيعه) عندما يكون الفرض فى واقع الأمر صادقا . المشكلات المعقدة التى تنشأ فى هذا السياق تشكل موضوع نظرية الاختبارات والقرارات الاحصائية. تلك النظرية الرياضية للاحتمالات والاحصاءات[1] .

إن الكثير من القوانين العامة والمبادىء النظرية للعلوم الطبيعية ذات طابع احتمالى ولو أنها غالبا ذات صورة أكثر تعقيدا من القضايا الاحتمالية البسيطة التى ناقشناها . وعلى سبيل المثال وفقا لنظرية فزيائية جارية إن

(١) عن هذا الموضوع أنظر لوس واريفا ألعاب وقرارات نيويورك مؤسسة جون ويلى وأولاده سنة ١٩٥٧ .

التحلل الاشعاعى النشط ظاهرة عشوائية حيث تكون ذرات كل عنصر إشعاعى نشط جائزة لاحتمال متميز للانحلال خلال فترة معينة من الزمان وتصاغ القوانين الاحتمالية المناظرة عادة كقضايا تعطى « نصف عمر » للعنصر المعنى . ومن ثم إن القضايا التى تقرر أن نصف عمر الراديوم ٢٢٦ هو ١٦٢٠ عاما وأن نصف عمر البولونيوم ٢١٨ هو ٣٫٠٥ دقيقة هى قوانين يراد بها أن أحتمال الانحلال لذرة من ذرات الراديوم ٢٢٦ فى مدى ١٦٢٠ عاما ولذرة من ذرات البولونيوم ٢١٨ فى ٣٫٠٥ دقيقة كلاهما ٠٫٥ ووفقا للتفسير الاحصائى الذى أردناه قبلا تتضمن هذه القوانين أنه من مجموعة كبيرة من ذرات الراديوم ٢٢٦ أو ذرات البولونيوم ٢١٨ المعطاة فى زمن معين وبالاقتراب الشديد من نصف واحد ٠٫٥ يظل يوجد ١٦٢٠ عاما أو ٣٫٠٥ دقيقة عقب ذلك والنصفان الآخران انحلا بالانحلال الاشعاعى النشط .

وفى نظرية الحركة تفسر الاطرادات المختلفة فى سلوك الغازات بما فى ذلك قوانين الديناميكا الحرارية الكلاسيكية بواسطة افتراضات معينة عن الجزئيات المكونة لها وبعض هذه القوانين قوانين احتمالية تتعلق بالاطرادات الاحصائية فى حركات واصطدامات تلك الجزئيات .

وثمة ملاحظات إضافية قليلة خاصة بفكرة القوانين الاحتمالية يشار إليها : قد يبدو أن كل القوانين العلمية لا بد من توصيفها باعتبارها قوانين احتمالية من حيث أن البينة المؤيدة التى فى متناول أيدينا هى دائما عدد من النتائج المحددة وغير الشاملة من الناحية المنطقية . هذا العدد يضفى عليها احتمالية

عالية بدرجة أقل أو أكبر . ولكن هذه الحجة تفتقد النقطة القائلة بأن التمييز بين القوانين الكلية والقوانين ذات الصورة الاحتمالية لا يشير إلى قوة التأييد عن طريق البينة بالنسبة للنوعين من القضايا . ولكن لصورتهما التى تعكس الطابع المنطقى للدعوى التى يقيمانها . فالقانون ذو الصورة الكلية أساسا قضية يراد بها أنه فى كل الحالات حيث تتحقق شروط من النوع «و» تتحقق كذلك شروط من النوع «ز». يقرر القانون ذو الصورة المنطقية أساسا أنه فى ظل ظروف معينة تشكل إجراء التجربة العشوائية «ع» يحدث نوع معين من الناتج فى نسبة مئوية معينة من الحالات . لا أهمية لمسألة ما إذا كانا صادقين أو كاذبين مؤيدين جيدا أو غير مؤيدين . فهذان النمطان من الدعاوى هما من طابع مختلف منطقيا وعلى هذا الاختلاف يتوقف تمييزنا . وكما رأينا قبلا القانون ذو الصورة الكلية «حيث و إذن ز» هو بالقطع معادل مختصر منظور من بعد لتقرير يوضع لكل حدوث لـ «و» التى أختبرت فى إرتباطها مع حدوث «ز» . وبالأخرى إنه يتضمن أيضا تقارير لكل حالات «و» التى لم تختبر فى الماضى فضلا عن الحاضر والمستقبل . ويتضمن أيضا قضايا شرطية إفتراضية مخالفة للواقع تعنى بالحدوث المحتمل لـ «و» .

إنها بالضبط هذه الخاصية التى تمنح مثل هذه القوانين قوتها التفسيرية . والقوانين ذات الصورة الاحتمالية لها موقف مماثل فالقانون الذى يقرر أن التحلل الاشعاعى النشط للراديوم ٢٢٦ هو عملية عشوائية ذات نصف لـ ١٦٢٠ عاما ليس معادلا لتقرير بصدد معدلات التحلل التى لوحظت فى عينات معينة من الراديوم ٢٢٦ . فهو معنى بعملية التحلل لأى مقدار من الراديوم ٢٢٦ فى الماضى أو الحاضر أو المستقبل . ويتضمن قضايا شرطية جازمة ومخالفة للواقع .

وذلك مثل إذا أدمجت قطعتان من الراديوم فى واحدة فإن معدلات التحلل تظل كما لو كانت القطعتان ظلت منفصلتين ومرة أخرى إنها هذه الخاصية التى تمنح القوانين الاحتمالية قوتها التفسيرية والتنبؤية .

٥ ـ ٦ الطابع الاستقرائى للتفسير الاحتمالى :

يوضح مثالنا السابق عن إصابة بالحصبة واحدا من أبسط أنواع التفسير الاحتمالى والصورة العامة لذلك البرهان التفسيرى يمكن أن تتقرر على النحو التالى .

ح (ل ، ع) قريب من الواحد

ت حالة من حالات ع

[يضع احتمالا عاليا] ————————

ت حالة من حالات ل

إن الاحتمالية العالية المشار إليها بين الأقواس والتى تضفى على القضايا المفسرة ليست بالتأكيد احتمالية إحصائية لأنها تسم العلاقة بين القضايا وليست بين أنواع من الحادثات . وبإستخدام مصطلح قدمناه فى الفصل الرابع نقول إن الاحتمالية موضع التساؤل تمثل الثقة المعقولة فى القضايا المفسرة بشرط تقديم المعلومات التى تزودنا بها القضايا المفسرة .

وكما لاحظنا قبلا بقدر ما يمكن تفسير هذه الفكرة باعتبارها احتمالا منطقيا أو استقرائيا :

وفى بعض الحالات البسيطة توجد طريقة طبيعية وواضحة للتعبير عن ذلك الاحتمال بلغة عددية . ففى برهان من النوع الذى تناولناه توا إذا كانت القيمة العددية ح (ل ، ع) محددة فمن المعقول أن نقول إن الاحتمال الاستقرائى الذى تضفيه القضايا المفسرة على القضايا المفسرة له نفس القيمة

العددية. والتفسير الاحتمالى الناتج له الصورة.

ح (ل ، ع) = ر

$$\frac{\text{ت حالة من حالات ع}}{\text{ت حالة من حالات ل}} \; [\text{ظ}]$$

إذا كانت القضايا المفسرة أكثر تعقيداً فإن تحديد الاحتمالات الاستقرائية المناظرة لها بالنسبة للقضايا المفسرة يثير مشكلات صعبة لم تزل جزئيا بغير استقرار . ولكن سواء أكان من الممكن أو غير الممكن أن نحدد احتمالات عددية معينة لمثل هذه التفسيرات فإن الاعتبارات السابقة تبين أنه كلما فسر حادث من الحوادث بالرجوع إلى القوانين الاحتمالية فان القضايا المفسرة تضفى على القضايا المفسرة وحدها تأييدا استقرائيا قويا بدرجة أكثر أ أقل. ومن ثم قد نميز التفسيرات الاحتمالية بقولنا إن الأولى تقوم بعمل تصنيف إستنباطى تحت قوانين ذات صورة كلية والأخيرة تقوم بعمل تصنيف استقرائى تحت قوانين ذات صورة احتمالية .

وأحيانا ما يقال إنه بسبب طابعه الاستقرائى لا يفسر التفسير الاحتمالى حدوث حادثة حيث القضايا المفسرة لا تحول منطقيا دون عدم حدوثها . ولكن الدور الهام الذى يتسم باطراد والذى تلعبه القوانين والنظريات الاحتمالية فى العلم وتطبيقاته يجعل من الأفضل النظر إلى التفسيرات المبنية على مثل هذه المبادىء باعتبار أنها تفسيرات منتجة كذلك ولو أنها أقل عنفا من تلك التفسيرات ذات الصورة الاستنباطية وفق نواميس . لنأخذ على سبيل المثال الانحلال الاشعاعى النشط لعينة مقدارها ملليجرام واحد من البلونيوم ٢١٨ لنفرض أن ما تخلف عن هذا المقدار الأولى بعد ٣٫٠٥

دقيقة وجد ذا كتلة تفقد من وقت لآخر ما بين ٤٩٩ — ٥٠١ ملليجرام . يمكن أن تفسر هذه النتيجة بقانون احتمالى لانحلال البلونيوم ٢١٨ . لأن ذلك القانون فى إرتباطه بمبادىء الاحتمال الرياضى يتضمن من الناحيـــة الاستنباطية أنه لو أعطى العدد الماثل من الذرات فى ملليجرام من البلونيوم ٢١٨ فإن احتمالية النتيجة المعينة تكون عالية لدرجة أنه فى حالة خاصة قد يتوقع حدوثه بيقين عملى . لنفحص التفسير الذى قدمته حركة الغازات لتعميم من التعميات المؤسسة إمبريقيا والذى يطلق عليه قانون جراهام للإنتشار . يقرر القانون أنه عند درجة حرارة وضغط ثابتين . فإن معدلات تسرب أو إنتشار مختلف الغازات فى إناء يحتويها عبر حائط مسامى رقيق تتناسب عكسيا مع الجذور التربيعية لأوزانها الجزيئية بحيث أن مقدار الغاز الذى ينتشر عبر الحائط فى الثانية يكون أكبر كلما كانت جزئياته أرق . يقوم التفسير على اعتبار أن كتلة الغاز المعطى والذى ينتشر عبر الحائط فى الثانية الواحدة يتناسب مع متوسط السرعة لجزئياته . ولذلك يكون قانون جراهام قد تم تفسيره إذا أمكن بيان أن متوسط السرعة لجزئيات مختلف الغازات النقية يتناسب عكسيا مع الجذور التربيعية لأوزانها . ولبيان هذا تقوم النظرية بعمل الافتراضات الموسعة بحيث يتألف الغاز من عدد كبير من الجزئيات تتحرك بطريقة عشوائية وبسرعات مختلفه تتغير كثيرا نتيجة للتصادمات . إن هذا السلوك العشوائى بين اطرادات إحتمالية معينة وعلى وجه الخصوص بين جزئيات الغاز عند درجة حرارة وضغط معينين تحدث السرعات المختلفة باحتمالات محدودة ومتفاوتة . هذه الافتراضات تجعل من الممكن حساب القيم المتوقعة من الناحية الاحتمالية للسرعات المتوسطة للغازات المختلفة عند

درجات حرارة وضغط متساويين . تبين النظرية أن هذه القيمة المتوسطة المحتملة تتناسب عكسيا فى الواقع مع الجذور التربيعية للأوزان الجزئية للغازات . ولكن معدلات الانتشار الحقيقى التى تم قياسها تجريبيا وهى موضوع قانون جراهام للانتشار تتوقف على القيم الفعلية للسرعات المتوسطة فى الأوزان الكبيرة والمحدودة للجزئيات لإعطاء المقادير من الغاز .

وترتبط متوسطات القيم الفعلية بالقيم المناظرة القدرة تقديرا احتماليا بكيفية مماثلة أساسا للعلاقة بين تناسب الآسات التى تقع فى عدد كبير متناه لسلسلة من الرميات بالزهر والاحتمال المناظر لدحرجة آسة من الآسات بذلك الزهر . وينتج فحسب عن النتيجة المستخلصة نظريا والمتعلقة بالتقديرات الاحتمالية أنه بالنظر إلى العدد الكبير من الجزئيات التى تحتويها من المحتمل تماما أنه فى أى وقت معين تأخذ متوسطات السرعة قيما قريبة من تقديراتها الاحتمالية. ولذلك من المؤكد عمليا أنها تتناسب عكسيا مثل الأخيرة مع الجذور التربيعية لأوزانها الجزئية ولذلك تستوفى قانون جراهام[١]. يبدو معقولا القول بأن هذا البيان يقدم تفسيرا « إن يكن باحتمالية إرتباطية عالية للسبب فى أن الغازات تبدى الاطراد الذى عبر عنه قانون إجراهام . وفى سياق المؤلفات والرسائل الفزيائية يشار على نطاق واسع فى الواقع إلى البيانات النظرية لهذا النوع الاحتمالى على أنها تفسيرات .

---

(١) إن متوسط السرعات المشار إليه هنا معرفة تعريفا فنيا كسرعات متوسط الجذر التربيعى لا تختلف قيمة كثيرا عن تلك القيم التى يأخذها متوسط السرعة فى المعنى المعتاد للوسط الحسابى. وثمة مجمل للتفسير النظرى لقانون جراهام يوجد فى الفصل ٢٥ من كتاب هولتون ورولر « أسس العلم الفزيائى الحديث » التمييز غير المذكور صراحة فى ذلك التمثيل بين متوسط القيمة لكمية من الكميات بالنسبة لعدد متناه من الحالات والقيمة المقدرة احتمالا والمتوقعة لتلك القيمة نوقشت بإيجاز فى الفصل السادس (وخاصة القسم الرابع) من كتاب فينمان، ليتون وساندز (محاضرات فينمان عن الفزياء) شركة أديسون ويزلى للنشر سنة ١٩٦٣ .

٦ — النظريات والتفسير النظرى :

٦ — ١ السمات العامة للنظريات :

واتتنا الفرصة مرارا فى الفصول السابقة لذكر أهمية الدور الذى تلعبه النظريات فى التفسير العلمى . ونفحص الآن طبيعة ووظيفة النظريات فحصا منهجيا مفصلا . تقدم النظريات عادة عندما تكشف دراسة فئة من الظواهر عن نسق من الاطرادات يمكن التعبير عنه فى صورة قوانين أمبريقية . تسعى النظريات إذن إلى تفسير تلك الاطرادات وإلى تقديم فهم أعمق وأكثر دقة للظواهر موضع البحث . ولتحقيق هذه الغاية تفسر النظرية من النظريات تلك الظواهر باعتبار أنها تجليات للكيانات والعمليات التى تكمن وراءها أو تحتها . وهذه الظواهر من المفترض أن تحكمها قوانين نظرية متميزة أو مبادىء نظرية بواسطتها تفسر النظرية الاطرادات الأمبريقية التى أكتشفت قبلا وعادة ماتتنبأ باطرادات جديدة من أنواع مماثلة . ولنتناول بعض الأمثلة. سعى النسقان البطلى والكوبرنيقى لتفسير الحركات الظاهرية المشاهدة للأجرام السماوية بواسطة افتراضات مناسبة خاصة ببنية الكون الفلكى والحركات الفعلية للأجرام السماوية . قدمت النظريتان الجسيمية والموجية للضوء بيانات عن طبيعة الضوء بلغة إجراءات معينة كامنة خلفه وفسرت الاطرادات المؤسسة قبلا والمعبر عنها بقوانين إنتشار الضوء فى خطوط مستقيمة وقوانين الإنعكاس والأنكسار والتشتت بإعتبارها قوانين ناتجة عن القوانين الأساسية التى كان من المفترض تطابقها مع العمليات الكامنة تحتها . ولذا فإن إنكسار أشعة الضوء المار من الهواء إلى الزجاج كانت تفسر فى نظرية هايجنز الموجية بإعتبارها ناتجة عن تباطؤ الموجات الضوئية فى الوسط

الأغلظ . وخلافا لذلك عزت نظرية نيوتن الجسيمية الإنكار الضوئى إلى جذب أشد قوة يمارسه الوسط الأغلظ على الجسيمات الضوئية .

وبطريقة عارضة لا يتضمن هذا التفسير الانحراف المشاهد لأشعة الضوء فى إرتباطه مع غيره من الافتراضات التى تفترضها نظرية نيوتن ويتضمن أن الجسيمات الضوئية تسرع عند إنتقالها إلى الوسط الأغلظ أحرى من أن تتباطأ حسبما تنبأت النظرية الموجية . هذه القضايا الزومية المتعارضة أختبرت بعد ذلك بمائتى عام بواسطة فوكيه فى التجربة التى تناولناها بإيجاز فى الفصل الثالث وأكدت نتيجتها الزوم الموافق للنظرية الموجية .

ولنذكر أحد الأمثلة الأخرى . تقدم نظرية حركة الغازات تفسيراً للتباين الواسع للاطرادات المؤسسة تأسيسا أمبريقيا على أنها تجليات ميكروسكوبية للإطرادات الاحصائية فى الظواهر الجسيمية والذرية الكامنة تحتها . إن الكيانات والاجراءات الأساسية التى تطرحها نظرية من النظريات والقوانين التى يفترض أن تتحكم فيها يجب تحديدها بإيضاح ودقة وإلا ما أمكن أن تخدم النظرية أغراضها العلمية . تصور هذه النقطة الهامة بالتصور الحيوى الجديد للظواهر البيولوجية فالكائنات الحية، كما هو معروف ، تبدى تنوعا من الملامح المثيرة التى تبدو غائية متميزة فى طابعها ومن بين هذه الملامح تحدد الأطراف المفقودة فى بعض الأنواع ونمو مركبات عضوية سوية فى أنواع أخرى من الأجنة التى أتلفت أو تقطعت قطعا عديدة فى مرحلة مبكرة من نموها . التوافق الملاحظ للكثير من العمليات فى كائن من الكائنات العضوية النامية كما لو كان متبعا خطة مشتركة تؤدى إلى تكوين فرد ناضج . ووفقا للتصور الحيوى الجديد لا تحدث هذه الظواهر فى المركبات غير الحية ولا يمكن تفسيرها

بواسطة قوانين الكيمياء والفزياء وحدها . إنها بالأحرى تجليات لأفعال غائية من نوع غير فزيائى كامنة تحتها يشار إليها باعتبار أنها قوى أنتليخية أو قـــوى حيوية . وعادة ما يفترض أن كيفيتها النوعية

لا تخالف مبادىء الفزيائى والكيمياء وإن كانت توجه العمليات المضوية فى حدود الامكانيات التى تتيحها القوانين الفزيائية الكيميائية بطريقة من الطرق بحيث أنه فى وجود العوامل المعوقة تتقدم الأجنة فى نموها لتصبح أفراداً أسوياء. وقد يبد أن هذا التصور يقدم لنافهما أعمق للظواهر البيولوجية موضع البحث . فقد يمنحنا إحساسا بأننا أكثر ألفة معها . ولكن الفهم بهذا المعنى ليس مطلوبا فى العلم . والنسق الذى يحمل نفاذ البصيرة الى الظواهر بهذا المعنى الحدسى لا يوصف بأنه نظرية علمية لهذا السبب . فالافتراضات التى تضعها النظرية العلمية بصدد العمليات الكامنة تحتها لابد وأن تكون محدودة بالقدر الذى يسمح بإستخلاص اللزومات المتعلقة بالظواهر التى يتعين على النظرية أن تفسرها . يخفق المذهب الحيوى الجديد فى هذا الصدد . إذ لا يبين الظروف التى تشرع فى ظلها القوى الانتليخية فى العمل وبوجه خاص فى أى صدد تتوجه القوى البيولوجية المباشرة . وعلى سبيل المثال ليس ثمة مظهر خاص من مظاهر نمو الأجنة يمكن أن يستنتج من المذاهب وليس بمقدور المذهب التنبؤ بالاستجابات البيولوجية فى كل شروط تجريبية معينة.

ومن ثم عندما نصادف نمطا جديدا مثيراً من التوجية العضوى لن نتمكن فى كل المذهب الحيوى الجديد إلا من التفوه بالمنطوق بعد الواقعة « هناك تجلى آخر من تجليات القوى الحيوية » فهو لا يقدم لنا أسبابا لقولنا « على أساس الافتراضات النظرية هذا ما كان متوقعا بالضبط للنظرية أن تفسره ».

لا ينشأ هذا القصور فى المذهب الحيوى عن أن القوى الانتليخية مفهومة بإعتبار أنها افعال لا مادية لا ترى ولا يحس بها . يتضح هذا عندما تقابله بتفسير أطرادحركات الكواكب والحركات القمرية بواسطة نظرية نيوتن. كلا من التفسيرين يستعين بأفعال لا مادية أحدها قوى حيوية والآخر قوى جاذبة . ولكن نظرية نيوتن تحتوى على إفتراضات معينة معبر عنها فى قانون الجاذبية وقوانين الحركة التى تحدد :

(أ) القوى الجاذبة لكل الأجسام الفيزيقية ذات الأوزان والمواضع المعينة التى تمارس ضغطا على المجموعات الأخرى .

(ب) التغير فى سرعاتها ومواضعها تكشف عنه تلك القوى .

إن هذه السمة هى التى تمنح النظرية قوتها التفسيرية لتفسير الإطرادات الملاحظة قبلا والتنبؤ بالمستقبل وإستقصاء الماضى . ومن ثم إن النظرية التى إستخدامها هالىللتنبؤ بأن المذنب من المذنبات الذى لاحظه فى سنة ١٦٨٢ يعود إلى الظهور فى سنة ١٧٥٩ ولتحديد موضعه استقصى المذنبات التى سجلت فى مناسبات ستة سابقة رجوعا إلى سنة ١٠٦٦ أدت النظرية دورا تفسيريا إستعراضيا وتنبؤيا فى اكتشاف النجم نيوتن على أساس عدم الاطراد فى مدار الكوكب أورانوس وبعد ذلك فى أكتشاف الكوكب بلوتو على أساس عدم الاطراد فى مدار الكوكب نبتون .

٦—٢ المبادىء الكامنة والمبادىء الحدودية

إن صياغة النظرية من النظريات تتطلب نوعين من المبادىء نطلق عليهما إسم المبادىء الكامنة والمبادىء الحدودية على سبيل الايجاز . يتميز النوع الأول بالكيانات والعمليات الأساسية التى تستعيد بها النظرية والقوانين

التى من المفترض تطابقها معها . ويبين النوع الأخير كيف تصور النظرية العمليات المرتبطة بالظواهر الامبريقية التى تعرفنا عليها بالفعل والتى قد تفسرها النظرية أو تتنبأ بمستقبلها وتستقصى ماضيها . لنتناول بعض الأمثلة : فى نظرية حركة الغازات تكون المبادىء الكامنة هى تلك التى تسم الظواهر الدقيقة على المستوى الجسيمى فى حين تربط المبادىء الحدودية بين الأوجه المعينة للظواهر الدقيقة وبين والملامح المنظورة بالعين المجردة لغاز من الغازات . لنتناول تفسير قانون جراهام للإنتشار فى القسم ٥—٦ . تتضمن المبادى الكامنة التى يستعين بها إفتراضات عن السمة العشوائية للحركات الجسيمية والقوانين الاحتمالية التى تحكمها .

وتتضمن المبادىء الحدودية الفرض القائل بأن معدل الانتشار وهو خاصية ميكروسكوبية (منظورة) للغاز يتناسب مع متوسط سرعة جزئياته . كم يعرف بألفاظ فى مستوى دقيق . أو لنأخذ تفسير قانون بويل القائل بأن ضغط مقدار ثابت عن الغاز فى درجة حرارة معينة يتناسب عكسيا مع حجمه . يستعين هذا التفسير أساسا بالفروض الكامنة كتلك التى يستعين بها قانون جراهام للإنتشار . يقدم الارتباط بالكم المنظور للضغط بفرض حدودى بحيث أن الضغط الذى يمارسه غاز من الغازات فى إناء يحتويه ينتج عن إصطدام الجزئيات بجدار الاناء الحاوى لها ويكون مساويا من حيث الكم المتوسط القيمة لقوة الدفع الكلية التى تتلقاها الجزئيات فى الثانية الواحدة لوحدة مربعة من مساحة الجدار . تنتج عن هذه الفروض النتيجة القائلة بأن ضغط الغاز يتناسب عكسيا مع حجمه وطرديا مع متوسط طاقة الحركة لجزئياته . ومن ثم يستخدم التفسير فرضا حدوديا ثانيا أعنى أن متوسط طاقة

الحركة لجزئيات كمية ثابتة من الغاز يظل ثابتا طالما ظلت درجة حرارة الغاز ثابتة . ومن الواضح أن هذا المبدأ مجتمعا مع النتيجة السابقة ينتج لنا قانون بويل . فى الأمثلة التى تناولناها توا قد يقال إن المبادىء الحدودية تربط بين كيانات معينة مفترضة نظريا لا يمكن أن تلاحظ أو تقاس مباشرة (وذلك كالجزئيات فى حركتها ، وكتلتها ، قوة دفعها وطاقتها) وبين أوجه الأنساق الفزيائية المتوسطة الحجم والتى يمكن ملاحظتها أو قياسها مباشرة بدرجة أقل أو أكثر . (مثال ذلك درجة حرارة أى ضغط غاز يقاسان بترمومتر أو جهاز لقياس الضغط) ولكن المبادىء الحدودية لا ترتبط دائما بين أوجه نظرية لا يمكن أن تلاحظ و بين أوجه تجريبية يمكن تلاحظ .

يتضح هذا من تفسير بوهر للتعميم الأمبريقى المعبر عنـــه بصفة بالمر التى تناولناها سابقا والتى تحدد بصورة حسابية الأطوال الموجية لسلسلة لامتناهية من الخطوط المستقلة التى تظهر انبعاث طيف الإيدروجين .

ينبنى تفسير بوهر على افتراض (ا) أن الضوء المنبعث من بخار الإيدروجين كهربيا أو حراريا ينتج عن الطاقة المتولدة عندما تتطاير الذرات المفردة من مستوى طاقة أعلى إلى مستوى طاقة أدنى .

(ب) إن مجموعة معينة فحسب (لامتناهية نظريا) من مستويات الطاقة المنفصلة المحددة من الناحية الكمية تكون فى متناول الالكترون من ذرة الإيدروجـــــين .

(جـ) الطاقة $\triangle E$ الناتجة عن تطاير الألكترون ينتج عنها ضوء ذو طول موجى واحد λ . وذلك الطول الموجى الذى يعطيه القانون $\triangle E$(C . H=λ = حيث هو ثابت بلانك ؛) سرعة الضوء .

وكنتيجة يرى الخط فى طيف الايدروجين منظاهرا لتطاير كمى بين مستويين معينين من مستويات الطاقة تصدر صيغة بالمر فى الواقع عن إفتراضات بوهر النظرية بالتفصيل الكمى .

تتضمن المبادىء الكامنة المستعان بها هنا افتراضيات تميز نموذج بوهر لذرة الايدروجين باعتبار أنها تتألف من نواة موجبة والكترون يتحرك حولها فى واحدة أو أخرى من سلسلة من المدارات الممكنة . كل مدار مقابل لأحد مستويات الطاقة وللافتراض « ب » المتقدم . ومن الناحية الأخرى تنطوى المبادىء الحدودية على فروض مثل ا ، جـ المذكورة قبلا ، فهى تربط الكيانات النظرية التى لا يمكن أن تلاحظ بمادة الموضوع الذى تفسره . وهو الأطوال الموجية لخطوط معينة فى إنبعاث طيف الايدروجين .

هذه الأطوال الموجية ليست ملاحظة بالمعنى العادى للفظة ولا تقاس ببساطة وعلى نحو مباشر كما يقاس الطول والعرض لاطار صورة أو الوزن لشنطة البطاطس قياسها إجراء غير مباشر بدرجة عالية ويقوم على إفتراضات كثيرة بما فى ذلك الافتراضات الخاصة بالنظرية الموجية فى الضوء . وفى السياق الذى نتناوله نسلم بتلك الافتراضات . إذ هى لازمة حتى فى مجرد تقرير الاطراد الذى ينشده التفسير النظرى (الافتراضى) . ومن ثم ليست الظواهر التى تربط المبادىء الحدودية والكيانات والعمليات الأساسية التى تفترضها النظرية من النظريات بحاجة إلى أن تكون مما يلاحظ أو يقاس مباشرة . فقد يتميز طابعها بلغة النظريات القائمة قبلا . وقد تستلزم ملاحظتها وقياسها مبادىء تلك النظريات . فكما رأينا لا تكون للنظرية من النظريات قوة تفسيرية بدون المبادىء الكامنة للنظرية . ولا تكون النظرية قابلة للاختبار

دون المبادىء الحدودية. وذلك لأن المبادىء الكامنة للنظرية تهتم بالكيانات والعمليات الخاصة التي تفترضها النظرية (كما فى تطاير الالكترون من مستوى طاقة ذرية إلى مستوى آخر فى نظرية بوهر) ولذلك يعبر عنها بلغة التصورات النظرية التي تشير إلى تلك الكيانات والعمليات .

ولكن للقضايا اللزومية التي تسمح باختيار تلك المبادىء النظرية التي تعرف بالفعل كيف تلاحظ وتقاس وتوصف يعبر عنها بلغة الأشياء والحوادث التي كانت معروفة قبلا . وبعبارة أخرى حيث تصوغ المبادىء الكامنة للنظرية مصطلحاتها الافتراضية المميزة فى ألفاظ مثل :

(نواة ، الكترون مدارى، مستوى طاقة ، تطاير الألكترون) تصاغ اللزومات الاختبارية فى ألفاظ مثل (بخار الأيدروجين ، إنبعاث الطيف ، طول موجى مرتبط بخط طيفى) مفهومة قبلا .

كما عسانا أن نقول إن الألفاظ (المعطيات) قدمت إلى النظرية قبلا وأمكن استخدامها مستقلة عنها . نشير إلى هذه المصطلحات باعتبار أنها فى متناول أيدينا قبلا أو باعتبار أنها المصطلحات المفترضة قبلا .

من الجلى أن إشتقاق مثل هذه اللزومات الاختبارية من المبادىء الكامنة للنظرية يتطلب المزيد من المقدمات التي تقيم الارتباط بين مجموعتين من المفاهيم . وهذا — كما تبين الأمثلة السابقة — يتم إنجازه بواسطة مبادىء حدودية مناسبة (تربط على سبيل المثال الطاقة المتحققة فى تطاير الالكترون بالطول الموجى للضوء المنبعث كنتيجة لذلك). وبدون المبادىء الحدودية لا تنتج المبادىء الكامنة للنظرية لزومات إختبارية وذلك يخالف مطلب القابلية للإختبار .

٦ - ٣ الفهم النظرى :

إن القابلية للإختبار من حيث المبدأ والمحتوى التفسيرى ليست على الرغم من أهميتها القصوى إلا الشرط الضرورى الأدنى الذى لابد وأن تعنى به النظرية من النظريات . إن النسق الذى يقابل هذين المطلبين يلقى الضوء القليل ويفتقر إلى الاهتمام العلمى . لا يمكن أن تتقرر السمات المميزة لنظرية علمية جيدة فى ألفاظ جد دقيقة . فالعديد من خصائص النظريات كان مقترحا فى الفصل الرابع عند مناقشة الاعتبارات المتصلة بتأييد وقبول الفروض العلمية ولكن الأمر يحتاج إلى بعض الملاحظات الإضافية . فنى المجال من مجالات البحث حيث يتحقق قدر من الفهم بإقامة القوانين الأمبريقية توسع النظرية الجيدة هذا الفهم وتعمقه . أولا تقدم مثل هذه النظرية تفسيراً موحداً بطريقة منهجية منسقة لظواهر متباينة تماما . فهى تعود بها جميعا إلى نفس العمليات الكامنة تحتها وتقدم الاطرادات الامبريقية المختلفة كتجليات لمجموعة واحدة مشتركة من القوانين الأساسية .

لاحظنا قبلا أن التباين الماثل للاطرادات الامبريقية (كتلك التى بينها السقوط الحر البندول البسيط ، حركات القمر والكواكب والمذنبات ، النجوم المزدوجة ، الأقمار الصناعية المد والجذر ... الخ) التى تفسرها المبادىء الأساسية لنظرية نيوتن عن الجاذبية والحركة وعلى نحو مماثل تعرض نظرية حركة الغازات تباينا واسعا للاطرادات الامبريقية كتجليات لاطرادات إحتمالية معينة فى الحركات العشوائية للجزئيات وتفسر نظرية بوهر لذرة الأيدروجين الاطراد الذى تعبر عنه صيغة بالمر فحسب تلك الصيغة التى تشير إلى سلسلة واحدة من الخطوط فى طيف الأيدروجين وتحتوى على سلاسل متعددة

لخطوط مشتركة تقع فى الأجزاء غير المرئية من ألوان الطيف تحت الحمراء أو فوق البنفسجية . وعادة ما تعمق النظرية فهمنا بطريقة مختلفة أى ببيان أن القوانين الامبريقية المصاغة قبلا والتى قصد بها التفسير لا تصدق بدقة وبلا استثناء بل بطريقة تقريبية وفى مدى محدود من التطبيق. ومن ثم إن تفسير نيوتن النظرى لحركة الكواكب يبين أن قوانين كبلر تصدق على نحو تقريبى فحسب وهى تفسر لماذا كان ذلك كذلك . تتضمن مبادىء نيوتن أن مدار الكوكب المتحرك حول الشمس تحت تأثيرها الجاذبى وحده يكون بالضرورة مداراً اهليلجيا . ولكن القوة الجاذبة التى تمارسها الكواكب الأخرى تؤدى إلى إنحرافات عن المدار الاهليلجى الدقيق .

تعطى النظرية تفسيرا كميا للاضطرابات الناتجة بالغة كتل الأجرام المسببة للاضطراب وتوزيعها المكانى. وبالمثل تفسر نظرية نيوتن قانون جاليليو عن السقوط الحر على أنه أحد الأوجه الخاصة التى تتجلى فيها القوانين الأساسية للحركة فى ظل الجاذبية الجاذبة . ولكنها بهذا الفصل تبين أن القانون (حتى فى حالة تطبيقه على السقوط الحر فى الخلاء) يصدق فحسب وعلى نحو تقريبى . وأحد الأسباب لذلك أنه فى صيغة جاليليو تظهر عجلة السقوط الحر كثابت (ضعف العامل ١٦ فى الصيغة القائلة بأن المسافة التى يقطعها جسم فى ثانية واحدة = ١٦ قدما مربعا) فى حين أنه وفقا لقانون مربع العكس الخاص بالجذب الجاذبى عند نيوتن تتزايد القوة المؤثرة على الجسم الساقط كلما تناقص بعده عن مركز الأرض ومن ثم بفضل القانون الثانى من قوانين الحركة عند نيوتن تتزايد عجلة الجسم أثناء السقوط وتصدق ملاحظات مماثلة على قوانين البصريات الهندسية . منظور إليها من النقطة المتميزة للنظرية الموجية فى

البصريات . وعلى سبيل المثال فى وسط متجانس لا يسير الضوء فى خطوط مستقيمة إذ ينحرف جانبا . وقوانين البصريات الهندسية الخاصة بالإنعكاس فى المرايا المقعرة وتكوين الصورة بواسطة العدسات تصدق على نحو تقريبى فحسب وفى حدود معينة . ولذلك قد يكون مغريا أن نقول إن النظريات لا تفسر القوانين القائمة قبلا . بل ترفضها ولكن هذا يقدم صورة مشوهة عن الرؤية التى تمنحها النظرية . إن النظرية لا ترفض ببساطة التعميمات الامبريقية السابقة فى ميدانها . ولكنها بالأحرى تبين أنه فى المدى المعين الذى تحدده الشروط الواصفة تصدق التعميمات عن نحو شديد الاقتراب . فالمدى المحدود لقوانين كبلر يشتمل على تلك الحالات التى تكون فيها كتل الكواكب المسببة للإضطرابات صغيرة بالمقارنة بكتلة الشمس وبعدها عن الكوكب المعين كبير بالمقارنة ببعدها عن الشمس . وبالمثل تكشف النظرية عن أن قانون جاليليو يصدق على نحو تقريبى بالنسبة للسقوط الحر عبر مسافات قصيرة . وأخيرا توسع النظرية الجيدة نطاق معرفتنا وفهمنا للتفسير والتنبؤ بالظواهر المعروفة عند صياغة النظرية . ومن ثم إن تصور تورشيللى لبحر الهواء أدى إلى تنبؤ بأشكال بقصر عمود البارومتر الزئبقى مع تزايد الارتفاع فوق سطح البحر . لا تفسر نظرية النسبية العامة لا ينشتين الدوران البطىء المعروف لمدار الكوكب عطارد فحسب . بل تتنبأ أيضا بإنحراف الضوء فى المجال الجاذبى تنبؤا أثبتت صحته القياسات الفلكية فيما بعد . تضمنت نظرية ماكسويل الكهرومغناطيسية وجود موجات كهرومغناطيسية وتنبأت بخصائص هامة لإنتشارها . وقد تأيدت هذه القضايا اللزومية فيما بعد بتجربة هنريش هرتز . وقد زودتنا هذه القضايا اللزومية بأسس تكنولوجية الارسال بالراديو من بين غيرها من التطبيقات .

٦ — وضع الكيانات النظرية :

على أية حال بلغت العلوم الطبيعية أعمق الرؤى وأبعد المدى بالنزول تحت مستوى الظواهر الامبريقية المألوفة ولذلك ليس من المدهش أن يذهب بعض المفكرين إلى إعتبار البناءات والقوى والعمليات الكامنة التى تفترضها النظريات المؤسسة تأسيسا جيدا على المكونات الحقيقية للعالم . فهذه النظرة هى التى عبر عنها ادنجتون فى المدخل الاستفزازى لكتابه «طبيعة العالم الفيزيائى» : يبدأ فيخبر قراءه بأنه عند جلوسه لكتابة كتابه صف كرسيه إلى منضدتيه ومضى يستعرض الفروق بين المنضدتين . كانت إحداهما مألوفة لى منذ وقت مبكر . إن لها إمتدادا وهى طويلة العمر إذا قورنت بالأخرى وملونة وعامرة . المنضدة الثانية هى منضدتى العلمية . إنها خالية فى الأغلب . يتناثر فى ذلك الخلاء العديد من الشحنات الكهربية المندفعة بسرعة هائلة . ولكن حجمها المتضام يبلغ أقل من جزء من البليون من حجم المنضدة نفسها ومع ذلك تساند الورقة التى أكتبها فوقها على نحو مقنع شأنها فى ذلك شأن المنضدة الأولى . لأننى عندما أضع الورق فوقها تستمر الجزئيات الكهربية الصغيرة بسرعتها الهائلة فى خيط الجانب الأسفل بحيث أن الورق يصان على هيئة المكوك فى مستوى ثابت تقريبا . إن ثمة إختلافاً سواء إتزنت الورقة التى أمامى كما لو كانت مسربا من الذباب أو كانت مسندة لأن هناك مادة تحتها . فهى لكونها الطبيعة الجوهريه للمادة تشغل مكانا بحيث تستبعد مادة أخرى . ولست بحاجة لإخبارك أن الفزياء الحديثة أكدت بالإختبار الدقيق والمنطق الصارم أن منضدتى العلمية الثانية هى الموجودة حقيقة . ومن ناحية أخرى لست بحاجة لاخبارك أن الفزياء الحديثة لن تنجح فى التخلص من تلك المنضدة الأولى

المركبة تركيبا غريبا من طبيعة خارجة وخيال ذهن وتعصب موروث — التي تقع مرئية لعيني وملموسة بقبضتي[١] .

هذا التصور لا يمكن تأييده وإن كان مقدما بصورة مقنعة لأن تفسير أية ظاهرة من الظواهر لايكون بتحريفها . فليس الهدف أو الأثر للتفسيرات النظرية بيان أن الأشياء المألوفة لخبرتنا اليومية ليست موجودة حقيقة . فمن الواضح أن نظرية حركة الغازات لا تبين أن هناك أشيـــاء كالأجسام الميكروسكوبية للغازات المختلفة تتغير أحجامها في ظل الضغط المتغير وتنتشر عبر الجدران المسامية بمعدلات متميزة . . ألخ إن هناك فحسب أسرابا من الجزئيات تحوم بطريقة عشوائية . وعلى النقيض من ذلك تسلم النظرية بوجود تلك الحادثات والاطرادات الميكروسكوبية. وتسعى النظرية لتفسيرها بلغة البنية الميكروسكوبية للغازات والعمليات الميكروسكوبية المتضمنة في تغيراتها المتعددة . وكون النظرية تفترض تلك الظواهر الميكروسكوبية قبلا يبين بوضوح من الحقيقة القائلة بأن مبادئها الحدودية تشير بوضوح إلى سمات ميكروسكوبية — كالضغط والحجم ودرجة الحرارة ومعدل الانتشار — مرتبطة بأشياء وعمليات ميكروسكوبية . وبالمثل لاتتبين النظرية الذرية للمادة أن المنضدة ليست شيئا ماديا صلبا . أنها تسلم بهذه الأشياء وتسعى لبيان أن النظرية تفرض تلك الخصائص الميكروسكوبية في ضوء العمليـــات الميكروسكوبية الكامنة . وبالطبع تكشف النظرية في هذا الصنع عما قبلناه عن طبيعة مقدار من الغاز أو جسم صلب باعتباره أفكارا جزئية خاطئة . وذلك كالفكرة القائلة بأن هذه الأجسام الفزيائية متجانسة تماما لا يهم كم هي

---

(١) ادنجتون طبيعة العالم الفزيائي نيويورك مطبعة جامعة كبردج سنة ١٩٢٩ ص ٩ — ١٢ .

صغيرة أجزاؤها التى قد تتناولها . ولكن تصحيح التصورات الخاطئة من هذا النوع صرخة فى واد أبعد من بيان أن أشياء الحياة اليومية وسماتها المألوفة ليس لها وجود حقيقى .

أخذ بعض العلماء وفلاسفة العلم بوجهة النظر المضادة لتلك التى تناولناها توا على خط مستقيم . أنكروا وجود الكيانات النظرية وأعتبروها خيالات مخترعة ببراعة بحيث تقدم تفسيرا وصفيا وتنبؤيا للأشياء والحادثات الملاحظة مريحا وبسيطا من الناحية الصورية . ولقد جرى التمسك بهذه النظرة العامة فى صور شتى عديدة وعلى أسس مختلفة .

وأحد الأنماط ذات التأثير فى الدراسات الفلسفية الحديثة للقضية يمكن تقريره بإيجاز على النحو التالى :

إذا كان لنظرية من النظريات المقترحة أن تتخذ معنى واضحا فمن المؤكد أن التصورات النظرية الجديدة التى تستخدم فى صياغتها ينبغى أن تعرف تعريفاً واضحا وموضوعيا بلغة التصورات المفهومة والمتداولة فعلا . ولكن كقاعدة .

ليست مثل هذه التعريفات التامة فى الصياغة المعتادة للنظرية . ويوحى الفحص المنطقى الدقيق للطريقة التى ترتبط بها التصورات النظرية الجديدة بالتصورات المتوفرة قبلا بأن مثل هذه التعريفات قد لا يستطاع الوصول إليها فى واقع الأمر . ولكن النظرية المعبر عنها بلغة التصورات التى تتحدد خصائصها بطريقة غير كافية لابد وأن تفتقر بدورها إلى المعنى المحدود تحديدا تاما . وذلك لأن مبادئها التى تتحدث عن كيانات نظرية وحدوث معين ليست قضايا محددة بدقة على الأقل . فهى ليست صادقة أو كاذبة .

وعلى أحسن الفروض تشكل جهازا رمزيا مناسبا وفعالا لإستنتاج ظاهرة أمبريقية معينة (وذلك كظهور خطوط متميزة فى مطياف موضوع وضعا ملائما) من غيرها من الظواهر (وذلك كتمرير سيال كهربائى عبر غاز الأيدروجين) سنتناول بدقة أكثر الطرق التى بها تتعين معانى المصطلحات العلمية فى الفصل الثانى) . وحاليا نلاحظ أن مطلب التعريف التام الذى على أساسه يقوم هذا البرهان مطلب ملح . فمن الممكن القيام بإستخدام واضح ودقيق لتصور من التصورات لم يتوفر له تعريف تام بل تعريف جزئى لمعناه . وعلى سبيل المثال إن تحديد خصائص التصور « حرارة » بالرجوع إلى قراءات الترمومتر الزئبقى لا يقدم تعريفا تاما لدرجة الحرارة ولا يعين درجة الحرارة تحت درجة التجمد أو فوق درجة الغليان للزئبق . ومع ذلك فى نطاق هذه الحدود يمكن أن يستخدم التصور بشكل دقيق وموضوعى . وفضلا عن ذلك يمكن أن يتسع نطاق تطبيقه بتحديد طرق بديلة لقياس درجة الحرارة . المبدأ القائل بأن الكتل التصورية للأجسام الفزيائية تتناسب عكسيا مع عجلات السرعة التى تمنحها إياها قوى مساوية لها ، ومرة أخرى لا تعرف هذه الصياغة المراد بكتلة الجسم ومع ذلك تقدم تعريفا جزئيا يسمح بإختبار قضايا معينة وضعت بلغة تصور الكتلة . وبالمثل إن المبادىء الحدودية النظرية تزودنا بمعايير جزئية لإستخدام المصطلحات النظرية معبراً عنها بلغة التصورات المفهومة قبلا . ومن ثم إن الافتقار إلى التعريفات التامة لا يمكن أن يبرر تصور المصطلحات النظرية والمبادىء النظرية التى تحتوى عليها باعتبارها أداة رمزية للحساب .

ثمة برهان آخر يعارض وجود الكيانات النظرية يقدم على النحو التالى .

إن القدر من نتائج البحث الامبريقية مهما كانت وافرا ومتنوعا يمكن أن يندرج من حيث المبدأ تحت القوانين والنظريات المختلفة . ومن ثم إذا كانت القيم الزوجية المرتبطة والمحددة تحديدا تجريبيا المتغير من المتغيرات المستقلة والتابعة تمثلها النقط فى رسم بيانى كان ممكنا كما رأينا قبلا أن ترتبط النقط بمنحنيات كثيرة مختلفة . وكل من هذه المنحنيات يمثل قانونا تجريبيا واحدا يفسر القيم الزوجية المرتبطة والمقيسة . وتصدق ملاحظة مماثلة على النظريات ولكن حيث تقوم نظريتا بديلتان كنظريتى الضوء الجسيمية والموجية قبل التجارب الحاسمة فى القرن التاسع عشر بتفسير مجموعة من الظواهر الامبريقية. إذا سلمنا بالوجود الحقيقى للكيانات النظرية التى تفترضها إحدى النظريتين وجب أن نسلم بالكيانات المخالفة التى تفترضها النظرية الأخرى ومن ثم إن الكيانات التى تفترضها إحدى النظريتين البديلتين يمكن التمسك بوجودها بالفعل . إلا أن البرهان قد يضطرنا إلى القول بأنه كلما بدا أننا نسمع طائرا يغنى خارج النافذة المفتوحة فلا يجب أن نفترض أن هناك طائرا حقيقيا حيث يمكن أن يفسر الصوت بفرض بديل يقول إن شخصا ما ينفخ صفارة طائر. ولكن من الواضح أن هناك طرقا لاكتشاف ما إذا كان أى من هذين الفرضين صحيحا . لأنه بخلاف تفسير الصوت الذى نسمعه نجد للتفسيرين لزومات إضافية مختلفة تقبل الإختبار إذا ما أردنا أن نكتشف ما إذا كان هناك طائر حقيقى أو صفارة أو شىء ما آخر نتج عنه الصوت . وكما رأينا قبلا إن للنظريتين البصريتين المزيد من القضايا اللزومية المتفاضلة التى تختبر النظريات بواسطتها . وقد أختبرتا فعلا . إن الاستبعـــــاد التدريجى لبعض الفروض والنظريات البديلة التى يمكن إدراكها لا يضيق من مجال الفروض والنظريات

المنافسة إلى الحد الذى معه يستبعد الواحد منها . ومن ثم لا يمكن أبدا أن نقرر بالتأكيد أن واحدة من النظريات صادقة وأن الكيانات التى تفترضها لها وجود حقيقى . وليس قولنا هذا إكتشافا لعيب فى دعوانا بصدد الكيانات النظرية . بل ملاحظ خاصية شاملة لكل المعارف الامبريقية . والبرهان الثالث الوارد ضمن إفتراض وجود الكيانات النظرية يراد به تحقيق هذا الأثر يهدف البحث العلمى فى التحليل الأخير إلى تحقيق التفسير المنهجى المتسق للوقائع والظواهر التى تصادفنا فى خبرتنا الحسية وتشير فروضها التفسيرية إلى الكيانات والعمليات التى لها على الأقل وقائع بالقوة مقبولة لحواسنا بالقوة. فالفروض والنظريات التى تذهب بالضرورة إلى ما وراء الظواهر فى خبرتنا المحسوسة يمكن أن تكون على أحسن الفروض أدوات صورية نافعة . ولكنها لا تدعى تمثيل أوجه العالم الفيزيقى . وعلى أساس هذا النوع تمسك الفيلسوف الفزيائى الشهير إرنست ماخ من بين آخرين بأن النظرية الذرية للمادة وفرت نموذجا رياضيا لتمثيل وقائع معينة ولكن ليس ثمة حقيقة فزيائية تدعى للذرات أو الجزئيات . وقد لاحظنا أنه اذا كان العلم على هذا النحو يحصر نفسه فى دراسة الظواهر التى يمكن أن تلاحظ فلن يكون فى الاستطاعة صياغة القوانين التفسيرية العامة الدقيقة . على وجه الإطلاق فى حين أن المبادىء التفسيرية الشاملة والدقيقة من الناحية الكمية يمكن أن تصاغ بلغة الكيانات الضمنية وذلك كالجسيمات والذرات والجزئيات الذرية . ولما كانت هذه النظريات تختبر وتتأيد أساسا بنفس الطريقة كفروض وضعت بلغة الأشياء والحوادث اللاحظة والمقيسة بطريقة مباشرة وبدرجة أقل أو أكثر يبدو تعسفيا رفض الكيانات الموضوعة نظريا بإعتبارها

خيالية . ولكن أليس ثمة فارق بين هذين المستوين . لنفرض أننا نرغب في تفسير أداء الصندوق الأسود الذى يستجيب لأنواع مختلفة من المدخلات بمخرجات معينة ومعقدة . قد نجترىء فنقدم فرضاً عن البنية الداخلية للصندوق في ألفاظ مثل العجلات والتروس ومحاور العجلات والتروس أو بألفاظ الأسلاك والأنابيب الفارغة والتيارات . وقد يختبر هذا الفرض تنويع المدخلات وضبط المخرجات القابلة بالانصات إلى الأصوات الآتية من الصندوق وما أشبه ومع ذلك تظل إمكانية فتح الصندوق وإختبار الفرض بالملاحظات المباشرة قائمة . لأن المكونات المفروضة في الفرض جميعها ميكوسكوبية ومن حيث المبدأ يمكن أن تتناول بالملاحظة . ومن ناحية أخرى يفسر إرتباط الداخل بالخارج بين تغيرات الضغط وتغيرات الحجم لغاز من الغازات عند درجة حرارة ثابتة بلغة الميكانيكا الميكروسكوبية الجزئية . ومثل هذا الاختبار لن يكون ممكنا بالملاحظة . إن التمييز المقترح هنا ليس من الوضوح كما قد يبدو . لأن فئة الأشياء والخواص والعمليات التى تشير إليها ليست محددة تحديداً دقيقاً .

وحدسا لابد وأن تتضمن كل تلك الأشياء والخواص والعمليات التى يؤكد حدوثها الملاحظ العادى مباشرة ودون توسط ذرائع خاصة أوفروض تفسيرية أو نظريات . تنتمى العجلات والتروس والمحاور في مثالنا إلى هذه الفئة وكذلك حركاتها المتشابكة . وبالمثل قد تعتبر الأسلاك ومفاتيح التحويل أشياء يمكن أن تلاحظ . ولكن الشكوك تثار بخصوص أوضاع أشياء مثل الأنابيب الفارغة . فما لا ينكسر الأنابيب الفارغة شىء فيزيقى يرى ويجس مباشرة . ولكن عندما نشير إليه بإعتباره أنبوبة فارغة (كما في

تفسير المخرج للصندوق الأسود) نصف ذلك الشيء باعتبار أنه يتخذ خاصية معينة معقدة (أى بنية فزيائية ذات طابع متميز) ولذلك ينبغى إن نسأل عما إذا كان الشيء من الأشياء تمكن أن تلاحظ فى ظل ذلك الوصف وما إذا كانت خاصية كونه أنبوبة فارغةمن النوع الذى تتأكد حدوثة بالملاحظة المباشرة فى حالة معينة . إننا كى نحدد ما إذا كان الشيء المعين أنبوبة فارغة نرى ما الذى يشبه الأنابيب الفارغة . ولـكن للوصول إلى قرار تعتمد عليه فيا إذا كان الشيء تقوم مقام الأنبوبة الفارغة كما هو الحال فى مثال الصندوق الأسود تتطلب الأمر إختبارات شتى .

قد تستخدم هذه الاختبارات الآلات وقد تفترض تفسير قراءات الآلة مسبقا عدة قوانين ومبادىء نظرية فزيائية ولـكن إذا كان تحديد طابع شيء من الأشياء بإعتباره أنبوبة فارغة تتحدد بالذهاب إلى ما وراء مملكة الأشياء الملاحظة إذن لفقد مثال الصندوق الأسود قوته .

لنتابع البرهان فى إتجاه مخالف نوعا ما . قلنا إن الأسلاك المشدودة فى الصندوق الأسود تنظر إليها على أنها أشياء موضع ملاحظة . قد لا نرغب بالتأكيد فى القول بأن السلك الدقيق بعض الشيء يصبح كيانا من صنع الخيال حين يضطرنا ضعف بصرنا إلى إستخدام نظارات لرؤيته ، وعندئذ يكون من التعسف أن نجرد الأشياء من صفاتها ، وذلك كالأسلاك الدقيقة للغاية أوالخيوطأو ذرات الغبارت التى لايراها الانسان الملاحظ دون نظارات مكبرة ، وبالمثل يتعين علينا أن نقبل أشياء تلاحظ فحسب بواسطة المجهر وهكذا نزولا إلىالأشياء التى تلاحظ بواسطة حاسبات جايجر ، غرفالفقاقيع المجاهر الالـكترونية وغيرهامن مثلهذه الأدوات . إنهناك إنتقالا بالتدريج

من الأشياء الميكروسكربية لخبرتنا اليومية إلى البكتريا ، الفيروسات الجزئيات ، الذرات ، الجسيمات ، الجزئيات الذرية الفرعية . وأى خط يرسم لتقسيمها إلى أشياء فزيائية وكيانات من صنع الخيال يكون متعسفا تماما[١] .

٦ — ٥ التفسير والرد إلى المألوف :

يقال أحيانا أن التفسيرات العلمية تؤثر رد الظاهرة المحيرة غير المألوفة إلى الوقائع المألوفة لنا . لاشك أن التعميم يناسب بعض التفسيرات تماما . فالتفسيرات الموجية المفترضة للقوانين البصرية القائمة والتفسيرات التى قدمتها نظرية حركة الغازات وكذلك نماذج بوهر لذرات الأيدروجين والعوامل الأخرى كلها تستعين بأفكار معينة نحن على دارية بها من خلال إستخدامها فى وصف وتفسير الظواهر المألوفة وذلك كانتشار موجات الماء وحركات وتصادم كرات البليارد والحركة المدارية للكواكب حول الشمس . تمسك بعض الكتاب مثل الفزيائى كامبل بأن النظرية العلمية التى يراد لها قيمة على الإطلاق أن تبدى مماثلة من المماثلات . فالقوانين الأساسية التى تحددها مبادئها الكامنة للكيانات والعمليات النظرية يجب أن تماثل بعض القوانين المعروفة . وذلك كقوانين إنتشار الموجات الضوئية مماثلة (لها نفس الصورة الرياضية مثل) إنتشار الموجات المائية .

إلا أن النظرة القائلة بأن التفسير العلمى الصحيح يجب بالمعنى الدقيق

---

(١) انحصرت مناقشتنا لوضع الكيانات النظرية فى تناول بعض القضايا الأساسية الهامة وثمة دراسة أوفى وأكثر نفاذا وأغزر مصدرا توجد فى الفصلين الخامس والسادس من كتاب أرنست ناجل « بنية العلم » وثمة أثر آخر من الآثار الهامة التى تعالج هذه القضايا يوجد فى كتاب « سمارت » « فلسفة الواقعية العلمية » (لندن روتلدج ، كيجان بول — نيويورك مطبعة الانسانيات سنة ١٩٦٣ .

بدرجة أقل أو أكثر أن يؤثر الرد إلى المألوف لاتقوى على الفحص الدقيق .
ونقول ابتداء إن النظرة يبدو أنها تتضمن الفكرة القائلة بأن الظواهر التى نألفها فعلا ليست بحاجة للتفسير العلمى فى حين أن العلم فى الواقع يسعى لتفسير مثل هذه الظواهر المألوفة كالتعاقب المنتظم لليل والنهار وفصول السنة وأوجه القمر والبرق والرعد والأنماط اللونية لقوس قزح وزلق الزيت وملاحظ أن القهوة واللبن أو الرمل الأبيض والأسود حين تقلب أو تهز تختلط ولكنها لا تعود غير ممتزجة مرة أخرى . لاتهدف التفسيرات العلمية إلى خلق إحساس بعدم الكلفة أو بالألفة مع الظواهر الطبيعية ينشأ ذلك النوع من الإحساس حتى بالنسبة للتفسيرات الميتافيزيقية التى ليست لها قيمة تفسيرية على الاطلاق . وذلك كالائتلاف الطبيعى ، تفسير الجاذبية أو تصور العمليات البيولوجية التى توجهها قوى حيوية . ما يهدف إليه التفسير العلمى وبوجه خاص التفسير النظرى ليس ذلك النوع من الحدس الذاتى بدرجة عالية من الفهم . ولكنه ذلك النوع الموضوعى من الرؤية التى تمكن تحقيقها بتوحيد متسق وذلك بعرض الظواهر على أنها تجليات لأبنية وعمليات مشتركة وكامنة تتطابق مع المبادىء الأساسية التى يمكن إختبارها . فإذا أمكن إعطاء مثل هذا التفسير بلغة تكشف عن مماثلات معينة مع الظواهر المألوفة كان ذلك حسنا. وإلا فإن العلم لن يتردد فى تفسير المألوف برده إلى غير المألوف بواسطـــة التصورات والمبادىء المستحدثة التى قد تكون فى البداية مخالفة لحدسنا . وعلى سبيل المثال حدث هذا فى نظرية النسبية بلزوماتها المزعجة التى تتعلق بنسبة الطول ، الكتلة ، الديمومة الزمانية التواقت فى ميكانيكا الكوانتم بمبدئها الخاص باللاتعين وإقلاعها عن تصور من التصورات العلية الدقيقة المتضمنة لجزئيات أولية مفردة .

٧ — تكوين المفاهيم

٧ — التعريف

تصاغ القضايا العلمية صياغة نمطية بمصطلحات خاصة مثل الكتلة ، القوة، المجال المغناطيسى ، الطاقة المتاحة . شكل المكان ... ألخ إذا أريد لتلك المصطلحات أن تخدم أغراضها لزم أن تتحـدد معانيها لتؤكد أن القضايا الناتجة قابلة للإختبار على نحو أدق وأنها تقدم لتستخدم فى التفسير والتنبؤ والارتداد وفى هذا الفصل نفحص كيف يتم هذا . يساعدنا فى تحقيق أغراضنا أن نميز بوضوح بين تلك المصطلحات كالكتلة والقوة والمجال المغناطيس .. ألخ والمصطلحات المناظرة لها والتعبيرات اللفظية أو الرمزية التى تقوم مقامها . ولكى نشير إلى مصطلحات خاصة تماما كما نشير إلى أشياء خاصة من أى نوع نحن بحاجة إلى أسماء أو مسميات لها وبمقتضى مواضعات معيارية من المنطق والفلسفة التحليلية نصوغ أسماء أو مسمى للمصطلح . لوضع علامتى تنصيص فرديتين حوله . وعلى هذا الأساس نتكلم عن المصطلحات كتلة ، قوة .. ألخ كما عملنا بالفعل فى القضية الأولى من هذا القسم . إذن فى هذا الفصل نهتم بمنهج تحديد معانى المصطلحات العلمية والمطالب التى يتعين أن تقابلها تلك المناهج . قد يبدو التعريف المنهج الأوضح وربما المنهج الوحيد الكفء للقيام بتحديد سمات التصور من التصورات العلمية . ولنفحص هذا الاجراء ونقدم التعريفات لفرض أو لآخر من الأغراض المختلفة تماما أعنى :

(أ) لنقرر أو نصف المعنى المقبول أو معـــانى المصطلح الجارى إستخلاصه .

(ب) لنحدد بالاشتراط معنى معينا لمصطلح من المصطلحات ، ويكون

المعنى تعبيرا لفظيا أو رمزيا صيغ مؤخرا وذلك مثل البيميزون (كتلة أكبر من كتلة الالكترون ـ ٢٧٠ مرة تقريباً) أو مصطلحا قديما يراد استخدامه بمعنى تكنيكى خاص (وعلى سبيل المثال المصطلح « غرابة » كما يستخدم فى نظرية الجزيئات الأولية).

التعريفات التى تخدم الغرض الأول تسمى التعريفات الوصفية وتلك التى تخدم الغرض الثانى تسمى التعريفات الاشتراطية . ويمكن تقرير التعريفات من النوع الأول فى الصورة .

. . . له نفس المعنى مثل —

المصطلح المراد تعريفه أو المعرف يمثل مكان الخط الجاسىء على اليسار بينما مكان الخط المتكسر يشغله التعبير المعرف ، وهنا بعض الأمثلة لمثال هذه التعريفات الوصفية أب له نفس المعنى كوالد ذكر .

إلتهاب الزائدة الدودية له نفس المعنى كالتهاب المصران الأعور (الزائدة الدودية) التزامن له نفس المعنى كالحدوث فى نفس الوقت .

تعريفات كهذه تقصد إلى تحليل المعنى المقبول للمصطلح أو وصفه لمعاونة المصطلحات الأخرى التى لابد وأن يكون معناها مفهوماً قبلا إذا أريد للتعريف أن يخدم غرضه . ولذلك تسمى هذه التعريفات بالتعريفات الوصفية وبتحديد أكثر التعريفات التحليلية . وفى الفصل القادم نفحص القضايا التى يمكن النظر إليها باعتبارها تعريفات وصفية من النوع غير التحليلى . فهى تحدد مدى التطبيق أو الماصدق للمصطلح أكثر من معناه ومضمونه ، والتعريفات الوصفية من أى نوع تدعى الوصف لأوجه معينة من أوجه الاستعمال المقبول للمصطلح . ولذلك قد يقال إنها أكثر أو أقل تدقيقاً .

وقد يقال إنها صادقة أو كاذبة . ومن ناحية أخرى تستخدم التعريفات الاشتراطية لتقديم تعبير يراد إستخدامه بمعنى محدد نوعا ما فى سياق المناقشة أو النظرية أو ما أشبه . ومثل هذه التعريفات يمكن أن تعطى الصورة .

ليتخذ نفس المعنى مثل . . .

لنفهم نفس الشيء بواسطة . . .

التعبيرات على اليمين واليسار تسمى مرة أخرى المعرف والمعوف على التوالى . والتعريفات الناتجة لها طابع التعريفات الاشتراطية أو المواضعات التى لا يمكن صراحة أن تتصف بكونها صادقة أو كاذبة ، ويوضح المثال التالى الطرق التى لا يمكن بها صياغة مثل هذه التعريفات فى الكتابات العلمية ، وكل واحدة منها يمكن أن توضح حالا فى إحدى الصورتين المعياريتين المذكورتين توا .

لنستخدم مصطلح « وجع الصفراء » كإختصار لنقص إفراز الصفراء.

المصطلح « كثافة » يراد به أن يكون إختصاراً للكتلة بالجرامات فى السنتيمتر المكعب .

بحامض من الأحماض نفهم الانحلال الكهربى الذى يزود بأيونات الأيدروجين الجزئيات ذات الشحنة صفر والكتلة رقم واحد تسمى نترونات والمصطلح المعرف بتعريف تحليلى أو اشتراطى يمكن أن يستبعد دائما من الجملة باحلال المعرف محله ، هذا الاجراء يحول الجملة إلى إحدى المعادلات التى لاتعود تحتوى على المصطلح، فعلى سبيل المثال بناءاً على أحد التعريفات التى صيغت توا يمكن أن تترجم القضية القائلة بأن كثافة الذهب أكبر من كثافة الرصاص الى القضية القائلة بأن السنتيمتر المكعب من الذهب له كتلة بالجرامات أكبر من نفس الحجم من الرصاص . وبهذا

المعنى كما وضعه كواين فإن تعريف مصطلح من المصطلحات هو بيان كيفية تجنبه (تحاشيه) .

إن القضية القائلة « عرف مصطلحاتك » لما رنين قاعدة علمية سليمة . وفى واقع الأمر قد يبدو من الأمثلة أن كل مصطلح يستخدم فى نظرية علمية أو فى فرع من فروع العلم ينبغى أن يعرف تعريفا دقيقاً . ولكن ذلك مستحيل منطقياً لأننا بعد أن نفرغ من صياغة تعريف لأحد المصطلحات يتعين علينا إذن أن نعرف بدورنا كل مصطلح من المصطلحات المستخدمة فى المعرف . ثم المصطلحات المستخدمة فى تعريف أى من هذا الأخير وهلم جرا . ولكننا فى سلسلة التعريفات الناتجة ينبغى أن نتحاشى « الدور » بتعريف مصطلح من المصطلحات بمساعدة البعض من أسلافه السابقة فى السلسلة. فمثل هذا الدور يتضح من السلسلة التالية من التعريفات حيث إستبدلت فيها العبارة بالرمز الاختصارى تم ليكون له نفس المعنى .

والد = تم أب أو أم

أب = تم والد الذكر

أم = تم والد ولكن ليس الأب

لتحديد معنى « أب » نستبدل اللفظ « أب » فى التعريف الثانى بمعرفه كما تحدد فى التعريف الأول . ولكن هذا ينتج لنا التعبير « ذكر » (أب أو أم) الذى يعرف اللفظ « أب » بواسطة نفسه (بواسطة حدود أخرى) ومن ثم ينكص مقصرا عن الوفاء بغرضه . ولا يساعدنا على تجنب (تحاشى) اللفظة المعرفة . وتنشأ صعوبات مماثلة من التعريف الثالث . والطريقة الوحيدة للهروب من هذه الصعوبة هى فى محاولتنا تحديد كل لفظ فى نسق معين،

وذلك بأن لا نستخدم لفظا فى المعرف تم تعريفه قبلا فى السلسلة . ولكن عندئذ لن تنتهى أبدا سلسلتنا من التعريفات . لأنه مهما ذهبنا بعيدا تظل الألفاظ المستخدمة فى المعرفات الأخيرة تتطلب التعريف حيث أنها بناءاً على إفتراضنا لم يتم تعريفها قبلا . ومثل هذا التراجع اللا نهائى سيكون بالطبع دحضاً للذات إذ أن فهمنا لأحد المصطلحات يعتمد على فهمنا للمصطلح التالى . وهكذا إلى ما لا نهاية . والنتيجة لن يفسر حد أبدا . ولذلك لن يمكن تعريف كل حد فى نسق على بواسطة الحدود الأخرى فى النسق . فسوف يتعين أن تكون هناك مجموعة من الحدود الأولية التى لاتقبل التعريف داخل النسق وتستخدم كأساس لتعريف كل الحدود الأخرى ويؤخذ هذا فى الإعتبار بوضوح شديد فى الصيغة الاكسيوماتية للنظريات الرياضية . ففى كل واحدة من مختلف الصياغات الأكسيوماتية الحديثة للهندسة الاقليدية على سبيل المثال تعين بوضوح قائمة الحدود الأولية وتقدم كل الحدود الأخرى بسلسلة من التعريفات الاشتراطية التى ترجم إلى تعبيرات تتضمن فقط الحدود الأولية[1] .

لنفحص الآن الألفاظ المستخدمة فى النظرية العلمية . فبحسب التمييز المقترح فى الفصل السادس نفكر فى هذه الألفاظ (المصطلحات) بتقسيمها إلى فئتين : المصطلحات المفترضة الصحيحة التى هى سمة النظرية والمصطلحات المتداولة السابقة على النظرية .

كيف تحدد معانى الحدود فى النظرية . لنلاحظ أولا أنه فى النظرية

---

(١) توجد تفصيلات اكثر عن هذه النقط فى المجلد الآخر من هذه السلسلة . س. باركر: فلسفة الرياضيات ص٢٢ — ٢٦ ص٤٠ ، ٤١

الرياضية البحتة كما فى النظرية العلمية يمكن أن تحدد بعض المصطلحات المفترضة بواسطة غيرها من المصطلحات ففى الميكانيكا تعرف السرعة الآنية والعجلة لكتلة محدودة بإعتبار أنها الشق الأولى والثانى لمحل الكتلة المحدودة مأخوذين كدالة للزمان فى النظرية الذرية .

يمكن أن يعرف الديوترون (نواة ذرة الديوتريوم المؤلفة من بروتون ونيوترون واحد) بأعتبار أنه نواة ذلك النظير من نظائر الأيدروجين الذى رقم كتلته ٢ وهلم جرا . ولكن مثل هذه التعريفات من حيث أنها تخدم غرضا هاما فى صياغة وإستخدام النظرية لاتكفى لأن تضع المحتوى الأمبريقى المعين فى حدود معرفة وقابلة للتطبيق على موضوع البحث الأمبريقى . ولتحقيق ذلك الغرض تحتاج لقضايا تعيين معانى المصطلحات المفترضة بواسطة التعبيرات التى تفهم بالفعل والتى يمكن أن تستخدم دون الإشارة إلى النظرية. ما أسميناه المصطلح السابق على النظرية يخدم هذا الغرض على نحو دقيق . نستخدم مصطلح القضية التفسيرية للإشارة إلى القضايا التى تحدد على هذا النحو معانى المصطلحات المفترضة الموافقة أو الألفاظ المميزة للنظرية المعينة بواسطة معجم المفردات المتداولة أو المفردات السابقة على النظرية . لنفحص الآن طابع هذه القضايا بدقة أكثر .

٧ — ٢ التعريفات الاجرائية :

ثمة تصور شديد النوعية لطابع القضايا التفسيرية قدمته المدرسة الإجرائية فى الفكر . تلك المدرسة التى انبثقت عن العمل المنهجى للفزيائى بردجمان[١]

---

(١) إن اول عرض كلاسيكى الآن قدمه بردجمان فى كتابه « منطق الفزياء الحديثة » نيويورك شركة ماكيلان سنة ١٩٦٢

إن الفكرة الرئيسية للمدرسة الإجرائية هى أن معنى أى مصطلح علمى يجب أن يتحدد بالإشارة إلى عملية إجرائية إختبارية محددة توفر محكا لتطبيقه . ومثل هذه المحكات غالبا مايشار إليها باعتبار أنها تعريفات إجرائية ومسألة ما إذا كانت هذه التعريفات بالمعنى الدقيق مسألة من المسائل التى نتناولها فيما بعــــد .

ننظر أولا فى بعض الأمثلة :

فى مراحل متقدمة من مراحل البحث الكيميائى كان من الممكن أن يعرف اللفظ « حامض » تعريفاً إجرائياً على النحو التالى لكى نتأكد مما إذا اللفظ « حامض » ينطبق على سائل معين من السوائل أى مما إذا كان السائل حامضاً تغمس فيه شريحة زرقاء من ورد عباد الشمس . يكون السائل حامضا إذا تحولت ورقة عباد الشمس إلى اللون الأحمر ، يشير هذا المحك إلى عملية إجرائية إختبارية محددة هى غمس ورقة عباد الشمس الزرقاء لإكتشاف ما إذا كان اللفظ يصدق على السائل المعين . وتترتب نتيجة إختبارية محددة (الورق يستحيل إلى اللون الأحمر) لتدل على أن اللفظ يصدق على السائل المعين . وبالمثل المصطلح « أشد صلابة من » كما يصدق على المعدن قد يتسم عملياً بالآتى :

لتحديد ما إذا كان المعدن م$_1$ أشد صلابة من المعدن م$_2$ تمد نقطة حادة من م$_1$ تحت ضغط معين على سطح قطعة من م$_2$ (إجراء إختبار) م$_1$ يقال أنه أشد صلابة من م$_2$ تماما إذا ما نتج خدش من الخدوش (نتيجة إختبار نوعية) بعض التعريفات التى لاتذكر الإجراءات والنتائج صراحة يمكن أن ندخلها إن شئنا فى صورة من صور التعيين الإجرائى : خذ هذه الصفة للمغناطيس . يسمى القضيب

من الصلب أو الحديد مغناطيسا إذا انجذبت برادة الحديد إلى نهايتيه وعلقت بها . وتقرأ الرواية الصحيحة وفقد المذهب الاجرائى هكذا : للكشف عما إذا كان اللفظ مغناطيسى يصدق على قضب حديد أو قضيب صلب معين . ضع برادة الحديد بالقرب منه . إذا انجذبت برادة الحديد إلى نهايتى القضيب وعلقت بها كان القضيب مغناطيسا .

إن الحدود التى تناولناها فى أمثلتنا الثلاثة « حامض » و «أشد صلابة» و « مغناطيس » فسرت باعتبار أنها تقوم مقام تصورات لا كمية . ولذلك لم تزودنا المحكات الاجرائية بدرجات الحموضة أو الصلابة أو قوة المغناطيس. إلا أن القاعدة الاجرائية تصدق أيضا على خصائص الألفاظ مثل « الطول » و « الكمية » و « السرعة » و « درجة الحرارة » و « الشحنة الكهربية » وما أشبه تلك التى تقوم مقام تصورات كمية تقبل قيما عددية .

وهنا يفهم التعريف الاجرائى على أنه تعيين إجراء لتحديد القيمة العددية لكمية معينة فى حالات خاصة . فالتعريفات الاجرائية تتخذ طابع قواعد القياس . وهكذا قد يعين التعريف الاجرائى للطول إجراء يتضمن إستخدام ذراع قياس صلب لتحديد طول المسافة بين نقطتين فالتعريف الاجرائى لدرجة الحرارة يحدد كيف لدرجة حرارة جسم وعلى سبيل المثال سائل أن تتمدد بواسطة ترمومتر زئبقى وهكذا . المسلك الاجرائى المستعمل فى التعريف الاجرائى لابد وأن يختار بحيث يمكن أن يقوم بتنفيذه اللاحظ الكفء دون القياس ويمكن أن تتأكد النتيجة موضوعيا دون الاعتماد ضرورة على من يقوم بإجراء الاختبار ومن ثم فى تعريف الحد . القيمة الجمالية بالاشارة إلى الرسومات لن يكون من الجائز إستخدام التعليمات الاجرائية . تأمل

الرسم ولاحظ ذلك الموضع الذى يبدو أفضل لبيان الرسم على نقطة ميزان مدرج من ١ — ١٠ .

وأحد الأغراض التى من أجلها تصر المدرسة الاجرائية على محكات التطبيق الاجرائية الجلية لكل المصطلحات العلمية هى تأمين قابلية الاختبار الموضوعية لكل القضايا العلمية لنفحص على سبيل المثال الغرض الآتى : تتزايد هشاشة الجليد بتناقص درجة الحرارة أو بدقة أكبر من أى قطعتين من الجليد فى درجتى حرارة مختلفتين تكون القطعة ذات درجة الحرارة الأدنى أكثر هشاشة من الأخرى ... إفرض أن الاجراءات العملية الكافية قد تحددت لتعيين ما إذا كانت المادة المعطاة جليدا أو لقياس درجات حرارة القطع المختلفة من الجليد فى المقارنة الأخيرة . ولذلك يظل الغرض بغير معنى واضح — فهو لا ينتج لزومات إختبارية محددة — مالم تكن المحكات أيضاً فى متناول أيدينا لمقارنة الهشاشة . الحقيقة القائلة بأن مثل هذه العبارات كأهش من أو هشاشة زائدة والتى تبدو واضحة للحدس لا تكفى لأن تجعلها مقبولة فى الاستخدام العلمى . ولكن إذا توفرت قاعدة إجرائية دقيقة تصدق على هذه المصطلحات أصبح الغرض قابلا حقا للإختبار بالمعنى الذى تناولناه قبلا . ومن ثم إن محكات التطبيق الاجرائية المختارة إختباراً صحيحاً من أجل مجموعة من المصطلحات تؤمن القابلية للإختبار فى القضايا التى تقع فيها هذه الألفاظ[1] . يحتج الاجرائيون بأن إستخدام المصطلحات التى تفتقر إلى التعريفات الاجرائية — لا أهمية لكيف تبدوا واضحة

(١) تخضع هذه الدعوى لمواصفات تتعلق بالصورة المنطقية للقضايا قيد البحث ولكننا قد تتجاوزها فى هذه المناقشة للمذهب الاجرائى .

ومألوفة حدسيا — يؤدى إلى قضايا ومسائل لا معنى لها. ومن ثم إن الدعوى التى تناولناها قبلا والقائلة بأن الجذب الجاذبى يعزى إلى إنجذاب طبيعى كامل يصبح بلا معنى لأنه لم تتوفر محكات إجرائية لتصور الانجذاب الطبيعى وبالمثل فى غياب المحكات الاجرائية للحركة المطلقة يرفض السؤال عما إذا كانت الأرض أو الشمس أو كلاهما يتحرك حقيقة بإعتباره سؤالا بغير معنى[1] لقد أحدثت هذه الأفكار الأساسية للمذهب الاجرائى تأثيرا معينا فى التفكير المنهجى فى علم النفس والعلوم الاجتماعية حيث تأكدت الحاجة إلى توفير محكات إجرائية واضحة المصطلحات التى يراد إستخدامها فى الفروض والنظريات .

فالفروض مثل الفرض القائل بأن الناس الأكثر ذكاءا أميل إلى أن يكونوا أقل ثباتا من الناحية الانفعالية من زملائهم الأقل ذكاءا أو أن المهارة الرياضية ترتبط إرتباطاً قويا مع المهارات الموسيقية لا يمكن أن تختبر من الناحية الموضوعية إذا لم تتوفر محكات واضحة للتطبيق بالنسبة للالفاظ المكونة لها . إن فهما حدسيا غامضاً لا يكفى للوفاء بالفرض مع أنه قد تقترح وسائل لتحديد محكات موضوعية فى علم النفس . عادة ما تصلح مثل هذه المحكات بلغة الاختبارات (للذكاء ـ للثبات الانفعالى ـ القدرة الرياضية وهلم جرا) . . . تفصيلا نقول إن المسلك الاجرائى يتوقف على اجراء الاختبار وفقاً للتحديد . تتوقف نتائج الاختبار على الاستجابات التى تبديها الموضوعات التى أختبرت أو تقوم كقاعدة فى شىء من الاجمال أو التقويم الكمى أو الكيفى لتلك الاستجابات التى نحصل عليها بأجراء

(١) فى هذه الصدد البندان ٣ ، ٤ من الفصل ١٣ فى كتاب هولتون ورولر « اسس العلم الفزيائى الحديث » يقدمان المزيد من الايضاحات والتعليقات المثيرة. وقد يجدها القارىء داعية للبحث: من النقط المميزة للمذهب الاجرائى والمطلب قابلية الاختبار الدلالة العلمية للمسائل العويصة التى يقدمها بردجمان للدراسة قرب نهاية الفصل الاول من منطق الفزياء الحديثة .

من الاجراءات التى قد تكون أكثر أو أقل موضوعية وأكثر أو أقل دقة . إن تقييم الاستجابات التى يبديها موضوع من الموضوعات فى اختبار رورشاخ على سبيل المثال يعتمد أكثر على الكفاءة المكتسبة بالتدريج للشخص المفسر فى الحكم بدقة على محكات واضحة دقيقة بدرجة أقل مما يفعل إختبار ستانفورد بينيه للذكاء . ولذلك فإن اختبار رورشاخ أقل ارضاءا من إختبار ستانفورد بينيه من وجهة نظر المدرسة الإجرائية . إن بعضا من الاعتراضات الأساسية التى ثارت ضد نظريات التحليل النفسى تتعلق بالافتقار إلى محكات كافية للانطباق على مصطلحات التحليل النفسى والصعاب المصاحبة لاشتقاق اللزومات الإختبارية الصريحة من الفروض التى تقوم فيها بأداء وظيفتها .

إن التحذيرات التى أقامتها على هذا النحو المدرسة الاجرائية كانت مثيرة للدراسة الفلسفية والمنهجية للعلم . فقد أحدثت تأثيرا قويا فى إجراءات البحث فى علم النفس والعلوم الاجتماعية ولكن كما نرى الآن إن ثمة تأويلا إجرائياً حاصراً للطابع الأمبريقى للعلم يميل إلى أن يحجب الأوجه النظرية والمنهجية للتطورات العلمية وأن يعتمد كلية على صياغة التصور والنظرية.

٧ ـ ٣ المحتوى الامبريقى والمنهجى للتصورات العلمية :

تعتقد المدرسة الاجرائية أن معنى أى مصطلح من المصطلحات يتحدد تحديداً تاماً وخاصا بتعريفه الاجرائى . ولذا يقول بردجمان إن تصور الطول يكون ثابتاً عندما تكون العمليات التى قيس بها الطول ثابتة أى أن مفهوم الطول ينطوى على قدر من العمليات التى بها يتحدد الطول وليس أكثر . وعلى وجه العموم نحن لا نعنى بأى تصور شيئا أكثر من مجموعة العمليات الاجرائية . فيكون التصور مرادفا لمجموعة العمليات الاجرائية

المناظرة[1] . تتضمن وجهة النظر هذه أن المصطلح العلمى له معنى فقط فى داخل نطاق تلك المواقف الأمبريقية التى يمكن أن تتم فيها العملية الاجرائية المعرفة له . لنفرض على سبيل المثال أننا نتقدم بتطوير علم الفيزياء منذ البداية إن صح القول . ونقدم الحد « طول » بالاشارة إلى عملية قياس الطول من مسافات مستقيمة الخطوط بقصبة قياس صلب . وعندئذ ليس ثمة معنى للسؤال القائل « كم طول محيط هذه الأسطوانة » أو للقضايا التى تقدم إجابة عنه لأن عملية قياس الطول بالقصبة الصلب المستقيمة من الواضح أنها لا تقبل الانطباق على هذه الحالة .

إذا أريد لمفهوم الطول أن يكون له معنى محدد فى هذا السياق فلابد من تعيين محك إجرائى جديد ومختلف وقد يمكن القيام بهذا بالاصطلاح على أن محيط الأسطوانة يقاس بأن نثبت حوله بإحكام شريطاً قابلاً للالتفاف غير قابل للإمتداد ثم نمد الشريط ونقيس طوله بقصبة القياس الصلب . وبالمثل إن منهجنا الأول لقياس الطول لا يمكن إستخدامه لتحديد المسافات للأشياء القائمة خارج الأرض ، وتخبرنا المدرسة الاجرائية أنه إذا أريد للقضايا بصدد تلك المسافات أن يكون لها معنى محدد فلابد من تحديد إجراءات قياسية مناسبة وقد تكون إحدى هذه الاجراءات منهجا فى البصريات يستخدم حساب المثلثات مماثلا لذلك المنهج المستخدم فى المسح لتحديد مسافات

---

(١) بردجان منطق الفزياء الحديثة ص ٥

يقدمان المزيد من الإيضاحات والتعليقات المثيرة . وقد يجدها القارىء داعية لبحث من النقط المميزة للمذهب الاجرائى والمطلب قابلية الاختبار الدلالة العلمية للمسائل المعوصة التى يقدمها بردجان الدراسة قرب نهاية الفصل الاول من منطق الفزياء الحديثة .

أرضية معينة ، وثمة منهج آخر قد ينطوى على إطلاق إشارة رادار على الشىء القائم خارج الأرض والتقاطها وقياس الزمن المستغرق ، وإختبار مثل هذه المحكات الاجرائية الاضافية سيكون بطبيعة الحال خاضعا لهذا الشرط الهام الذى قد يسمى بمطلب الاتساق ، فحيث يكون هناك إجراءان مختلفان يقبلان الانطباق فإنهما لابد ينتجان نفس النتائج وعلى سبيل المثال إذا كانت المسافة بين علامتين على مبنى قطعة أرض تتحدد بواسطة قصبة صلب وبحساب المثلثات فى مجال البصريات فإن القيم العددية التى نحصل عليها على هذا النحو يجب أن تكون نفس القيم لنفرض أن ميزانا لدرجة الحرارة قد جرى تعريفه إجرائيا بواسطة القراءات التى يعطيها الترمومتر الزئبقى ثم بعد ذلك يمتد إلى أسفل بإستخدام الكحول عند نقطة التجمع الأكثر إنخفاضا كسائل ترمومترى عندئذ لابد من التأكد من أنهما يعطيان القراءات نفسها حدود النطاق الذى يمكن لكلا النوعين من الترمومتر أن يستخدما فيه ولكن عند هذه النقطة يقدم بردجمان مسألة أخرى . إن الكشف عن أن عمليتى قياس فى حدود نطاق قابليتهما المشتركة للإنطباق تنتجان نفس النتائج له طابع التعميم الأمبريقى بحيث يكون كاذبا من الناحية التصورية وان أكدته نتائج الاختبارات الدقيقة ولهذا السبب يعتقد بردجمان أنه لن يكون مأمونا أن نعتبر الاجراءين العمليين تعريفا لتصور واحد لا غير .

فلابد من النظر الى المحكات الاجرائيه المختلفة على أنها تصورات مختلفة ذات طابع متميز ويجب أن يشار الى هذه التصورات بألفاظ مختلفة. ومن ثم قد يستخدم الطول الملموس والطول المبصر فى الاشارة الى الكميات المحددة بواسطة قصبات القياس واستخدام حساب المثلثات فى مجال البصريات

على التوالى . وبالمثل يتعين علينا أن نميز بين درجة الحرارة الزئبقية ودرجة الحرارة الكحولية .

كما نرى الآن هذه النتيجة المتطرفة من الصعب أن يبررها البرهان المؤيد المثالى فى تأكيد الحاجة لتفسير أمبريقى واضح للمصطلحات العلمية . لا يأخذ فى اعتباره ما نسميه المحتوى الامبريقى . لنفرض أننا بإتباع قاعدة بردجمان نميز بين الطول الملموس والمبصر وبعد اختبارات دقيقة نقيم قانونا مزعوما بحيث أنه بالنسبة لأية فترة من الفترات الفزيائية التى تصدق عليها اجراءات القياس يكون للطولين نفس القيمة العددية . فإذا كان لنا — فيما بعد — أن نكشف عن الشروط التى فى ظلها ينتج الاجراءان النتائج المختلفة تعين علينا أن نضرب صفحــا عن القانون المزعوم . ولكننا نستطيع الاستمرار فى استخدام المصطلحين (الطول الملموس والطول المبصر) دون تغيير لمعانيهما ولكن ما الذى يؤدى اليه الكشف عن مثل هذه الحالات من عدم الاتفاق . انه على النقيض من قاعدة بردجمان يفسر الاجراءان العمليان على أنهما طريقان مختلفان لقياس كمية واحدة . نفس الكمية التى يشار اليها ببساطة على أنها الطول فحيث إن مطلب الاتساق بالنسبة لهذين الاجراءين يجرى الاخلال به فإن أحد المحكات يتعين التخلى عنه . ويمكن أن نستمر فى استخدام مصطلح الطول ولكن مع تفسير إجرائى معدل . وهكذا يمكن تعديل النتائج الأمبريقية المتضاربة إما بالتخلى عن قانون من القوانين المقبولة تجريبيا أو أو بتعديل التفسير الاجرائى للمصطلح وبالاضافة الى ذلك — وهذا اعتراض أشد خطورة بكثير — أنه لمن العسير وفى واقع الأمر من المستحيل الالتزام بقاعدة بردجمان التزاما شديدا . اذ كلما قامت بالتدريج طائفة من القوانين

أو المبادىء النظرية فى مجال البحث أصبحت تصوراتها متصلة بعضها ببعض وبالتصورات المتداولة قبلا بطرق شتى . وغالبا ما يزودنا هذا الارتباط بمحكات إجرائية تطبيقية جديدة تماما . ومن ثم إن القوانين التى تربط بين مقاومة سلك معدنى وبين درجة حرارته تسمح بإقامة ترمومتر مقاومة . والقانون الذى يربط بين درجة حرارة غاز ضغط معين وحجمه هو الأساس الذى يقوم عليه ترمومتر الغاز . والتأثير الكهربى الحرارى هو الذى يسمح بإنشاء جهاز لقياس درجة الحرارة يطلق عليه أسم الترمومتر الكهربى والبارومتر البصرى يحدد درجة حرارة الأجسام الساخنة بقياس سنا الإشعاع المنبعث عنها . وبالمثل تقدم القوانين والمبادىء النظرية طرقا متباينة لقياس المسافات ومن ثم إن التناقص المشروع للضغط البارومترى من الارتفاع هو الأساس الذى تقوم عليه أجهزة قياس الارتفاع البارومترى فى الطائرات . وكثيرا ما تقاس هذه المسافات تحت الماء بتحديد الزمن الذى تستغرقه الإشارات الصوتية وتقاس المسافات الفلكية الصغيرة بحساب المثلثات البصرية أو بإشارات الرادار وتستنتج المسافات الخاصة بمجموعات النجوم الكرية ومجموعات المجرات بواسطة القوانين من فترة الظهور والسنا الظاهر لنجوم معينة فى تلك المجموعات .

وقياس المسافات الصغيرة جدا قد ينطوى على إستخدام وافتراض نظرية الميكروسكوبات البصرية والميكروسكوبات الألكترونيـة ومناهج الإجراءات المطيافية ومناهج أشعة إكس وغيرها كثير .

والقاعدة التى اقترحها بردجمان قد تضطرنا إلى تمييز الضروب المتناظرة من مفاهيم درجة الحرارة ومفاهيم الطول . والقوائم أبعد أن تكون تامة .

لأنه بإستخدام بارومترين ذى تركيبين مختلفين بعض الشىء فى قياس الارتفاعات أو بإستخدام مجهرين مختلفين فى تحديد طول البكتريا يتعين النظر إليهما على أنهما يقومان بتحديد نوعين مختلفين من الطول أو مفهومين من مفاهيمه حيث تختلف التفاصيل الاجرائية إلى حد ما . ومن ثم إن القاعدة الاجرائية موضع المناقشة قد تضطرنا إلى إقرار طائفة من مفاهيم الطول ودرجات الحرارة وغيرها من المفاهيم العلمية التى لا يمكن التحكم فيها إجرائيا ولا نهاية لها نظرياً . قد يقضى هذا على أحد الأغراض الرئيسية وهو التوصل إلى تفسير موحد متسق أعنى بذلك تفسيرا بسيطا موحدا متسقا للظواهر الامبريقية . إن الاتساق العلمى يتطلب إقامة روابط شتى بواسطة القوانين أو المبادىء النظرية بين الأوجه المختلفة للعالم الامبريقى تلك الأوجه التى تتسم بالمفاهيم العلمية . إذ المفاهيم العلمية هى — عقد العقد فى شبكة العلاقات النسقية المتداخلة — تلك التى تشكل خيوطها القوانين والمبادىء النظرية .

فالقوانين التى تشكل الأساس الذى تقوم عليه المناهج الترمومترية المختلفة تصور بعضا من الخيوط الاصطلاحية التى تربط مفهوم الحرارة بالمفاهيم الأخرى المعقودة وكلما تلاقت الخيوط أكثر كلما كان دورها النسقى أقوى . وأكثر من هذا إن البساطة بمعنى الاقتصاد فى المفاهيم هى أحد الملامح الهامة للنظرية العلمية الجيدة .

وتفصيلا نقول إن محتوى المفاهيم فى النسق المقتصد نظريا أقوى من ذلك النسق من المفاهيم فى نظرية أقل إقتصادا بالنسبة لموضوع البحث نفسه ومن ثم إن الاعتبارات الخاصة بالمحتوى النسقى تعارض بقوة الاكثار من المفاهيم. ذلك الذى تدعو إليه القاعدة القائلة بأن المحكات الاجرائية المختلفة تحدد

للمفاهيم المختلفة وفى واقع الأمر لا نجد فى صياغة النظريات العلمية التمييز بين المفاهيم المختلفة للطول (على سبيل المثال) فكل مفهوم يتميز بتعريفه الاجرائى الخاص به . وفضلا عن ذلك تصور النظرية الفزيائية مفهوما أساسيا واحدا من مفاهيم الطول وطرائف شتى أكثر أو أقل دقة لقياس الأطوال فى الظروف المختلفة . وغالبا ما تبين الاعتبارات النظرية نطاق تطبيق منهج القياس ودرجة دقته . وفضلا عن ذلك إن تطوير نسق القوانين والنظريات غالبا ما يؤدى إلى تعديل المحكات الاجرائية التى تطبق أساسا على بعض المفاهيم الرئيسية وعلى سبيل المثال إن تحديدا إجرائيا للطول يتعين عليه أن يتخذ وحدة للقياس من بين أشياء أخرى . والطريق المعيارى للقيام بهذا العمل هو أن نعين المسافة بين علامتين منقوشتين على قضيب معدنى معين باعتبار أنها معرفة للوحدة . ولكن القوانين الفزيائية والمبادىء النظرية تبين أن المسافة بين العلامتين تتغير بتغير درجة حرارة القضيب فى ظل أية مؤثرات قد تؤثر عليه . ولكى نضمن معيارا مطردا للطول لابد من شروط تضاف إلى التعريف المبدئى . فالمتر على سبيل المثال يعرف بواسطة المسافة بين علامتين منقوشتين على المتر المعيارى الدولى . قضيب مصنوع من سبيكة من البلاتين والريديوم ذات مقطع غريب متقاطع على شكل الحرف X ويقال للعلامتين بالمواضعة التعريفية أنهما تتخذان مسافة متر واحد عندما يكون القضيب فى درجة حرارة إنصهار ويكون مؤيدا بطريقة متقايسة بواسطة محورين إسطوانيين متعامدين على طوله بزاويتين قائمتين وعلى بعد جانبى يبلغ ٥٧١ مترا فى مستوى أفقى . والمقطع المتقاطع الغريب معين لضمان أعلى درجة من شدة صلابة القضيب . والتحديد المتعلق بطريقة تأييده مستوحى من القول القائل

بأن انحرافه لن يعدل المسافة بين العلامتين إلا تعديلا طفيفا . ويبين التحليل النظرى الوضع المفترض للمحورين أى الوضع الأمثل بمعنى أن التغييرات الطفيفة فى موضعهما لن تؤثر على المسافة بين العلامتين حقا[1] .

لنتناول مثالا آخر : إن أحد المحكات الأمبريقية الأولية الأكثر أهمية لقياس الزمن زودتنا به الاضطرادات البادية فى الحركات الظاهرة للشمس والنجوم الثوابت . فالزمن الذى يمضى بين ظهورين متتاليين لجرم من الأجرام السماوية فى نفس الموضع الظاهر (وعلى سبيل المثال الشمس عندما تكون فى موضع سمت الرأس) يميز وحدة زمن . لقد عرفت الوحدات الزمنية الصغيرة إجرائيا بواسطة المزولة الشمسية، الساعات الرملية، الساعات المائية ، وأخيراً بواسطة الساعات البندولية . والملاحظ أنه فى هذه المرحلة لامعنى للسؤال عما إذا كان يومان شمسيان مختلفان أو رقاصان لبندول معين هما فى الحقيقة من ديمومة زمنية متساوية . تذكرنا المدرسة الإجرائية بأنه فى هذه المرحلة تستخدم المحكات المعينة لتعريف الديمومة المتساوية . إن السؤال عما إذا كانت الفترات الزمانية التى تعرف بواسطة المحكات متساوية يجد إجابة لا معنى لها بواسطة المواضعة التعريفية . ولكى نقرر تساويهما لسنا بحاجة لإقامة قضية ذات واقع أمبريقى قد نخطىء بصدده، ولكن كما تصاغ وتختبر القوانين والنظريات الفيزيائية المتضمنة مفهوم الزمان تؤدى أيضا إلى تعديل المحكات الإجرائية الأولية . ومن ثم تنطوى الميكانيكا

(١) ثمة بيان بالتفاصيل والاعتبارات النظرية الكامنة يمكن أن نجده فى كتاب نورمان فيذر ـــ الكتلة، الطول، الزمان (بالتيمور — مريلاند، كتب بنجوين سنة ١٩٦١ الفصل الثانى.

الـكلاسيكية على مفهوم أن الفترة التى يستغرقها البندول تتوقف على سعته.
وتتضمن نظرية مركزية الشمس التى تفسر الحركات الظاهرية للأجرام السماوية بالدوران المحورى (التمامدى) اليومى للأرض ودورانها السنوى حول الشمس مع نظرية نيوتن: ان الأيام الشمسية المختلفةليست ذات ديمومة زمنية متساوية وإن دارت الأرض بمعدل ثابت لا يتغير. ولـكن احتكاك المد والجزر والعوامل المماثلة يبرر افتراض أن الدوران اليومى للأرض تتناقص عجلته ببطء شديد ذلك الافتراض الذى تؤيده مقارنة الزمن المقرر لحدوث كسوف شمس معين منـذ القدم مع الأزمنة التى يجرى حسابهـا استردادیا من المعطیات الفلـكية الحاضرة. ومن ثم إن الإجراءات التى تستخدم أصلا لقياس الزمن توشك أن تتناول على أساس أنهاتقدم مقاييس صحيحة تقريبا. وفى نهاية الأمر تقبل على الأساس النظرى أنساقا جديدة مخالفة كالساعات البلورية (الـكوارتز) والساعات الذرية باعتبار أنهـا تزود بمقاييس للزمن أكثر دقة (ضبطا) ولـكن كيف يمكن أن تبين القوانين والنظريات عدم الدقة فى المحكات الإجرائية التىتصاغ فيها الحدود الأساسية؟ تلك المحكات لا بد من افتراضها قبلا واستخدامها فى اختبار القوانين والنظريات موضع التساؤل. ويمكن مقارنة العملية ببناء جسر من الجسور فوق نهر من الأنهار بوضعه أولا على عوامات أو دعامات مؤقتة غائصة فى قاع النهر. وعندئذ نستخـدم الجسر كرصيف أساسى لتحسين وتعديل الأساسات. وبعد ذلـك لتسوية وتوسعة البنـاء العلوى من أجل إقامة نظام كلى سليم من الناحية البنائية يقوم على أسس جديدة بشكل مطرد.
قد تؤسس القوانين العلمية والنظريات على المعطيات التى نحصل عليها بواسطة

المحكات الإجرائية المتخذة ابتداءاً . ولكنها لن توافق تلك المعطيات (البيانات) بالضبط . إن اعتبارات أخرى بما فى ذلك الاعتبارات الخاصة بالبساطة المنهجية (النسقية) تلعب دوراً هاماً فى افتراض الفروض العلمية ، ولما كانت القوانين أو المبادىء النظرية المقبولة على هذا النحو مأخوذة على الأقل من الناحية التجريبية للتعبير عن العلاقات بين المفاهيم التى تتشكل فيها فليس غريباً أن ينظر إلى المحكات الإجرائية الأولية على أنها تقدم فحسب السمات التقريبية لتلك المفاهيم .

ومن ثم ليس المحتوى الأمبريقى منعكساً فى محكات التطبيق الواضحة التى تؤكد عليها المدرسة الإجرائية . هو المطلب الوحيد المنشود للمفاهيم العلمية . فالمحتوى النسقى مطلب آخر لا يمكن الاستغناء عنه لدرجة أن التفسير الأمبريقى للتطورات النظرية قد يتغير من أجل القوة النسقية للشبكة النظرية . ذلك أنه فى البحث العلمى تمضى صياغة المفاهيم والنظريات معاً .

٧ — ٤ الأسئلة عديمة المعنى إجرائيا :

إن واحدة من المشكلات المثيرة التى يناقشها بردجمان لإيضاح الاستخدام الحرج للمعايير الإجرائية تتعلق بإمكانية حدوث تغير غير منظور فى الميزان المطلق لقياس الطول . فليس ممكنا أن تتغير المسافات تغيراً مطرداً فى الكون بحيث تتضاعف كل ٢٤ ساعة[1] . هذه الظاهرة لا يمكن أن تقوم بواسطة العلم من حيث أن القصبات المستخدمة فى التحديد العملى

(١) هذه الصياغة أكثر تحديدا بقليل من صياغة بردجمان (فى صفحة ٢٨ من كتاب منطق الفيزياء الحديثة ، ولكن لا تتضمن اى تغير فى النقاط الحاسمة .

للأطوال قد تستطيل بنفس المعدل (النسبة) ولذلك يعلق بردجمان على ذلك بقوله إن السؤال لا محل له . فوفقا لحكم المعايير الإجرائية لن يكون ثمة تمدد كونى على هذا النحو . والدعوى القائلة بأنه قد يحدث رغما عن ذلك — غير معروفة لنا ولن نقومها أبداً — إنها ببساطة ليست بذات مدلول إجرائى فضلا عن أنه ليس ثمة نتائج تقبل الاختبار بواسطة إجراءات القياس .

على أن هذا التقييم يلزم تعديله إذا ما أخذنا فى الاعتبار أنه فى الفيزياء لا يستخدم مفهوم الطول منفرداً ولكن الدوال فى القوانين والنظريات تربطه بالمفاهيم الأخرى المتباينة، وإذا كان فرض التمدد الكونى مرتبطا بمثل هذه المبادىء الفيزيائية الأخرى التى تستخدم كفروض مساعدة (انظر الفصل الثالث) . فإن فى واقع الأمر ينتج لزومات قابلة للاختبار من الناحية الإجرائية ومن ثم لا محل له . وعلى سبيل المثال إذا كان الفرض صادقا كان الزمن الذى تستغرقه الإشارة الصوتية لعمل رحلة الذهاب والعودة بين نقطتين على الشاطئين المتقابلين لبحيرة من البحيرات يتضاعف كل ٢٤ ساعة وهذا من الممكن أن يختبر . ولكن لنفرض أننا قد عدلنا الفرض بإضافة الآخر القائل بأن سرعة الإشارات الصوتية والكهرومغناطيسية تتزايد بنفس المعدل لكل المسافات بالضبط . إذن الفرض الجديد تبقى له لزومات اختبارية .

وعلى سبيل المثال : إذا افترضنا أن التمدد الكونى لا يؤثر على ناتج الطاقة الحاصلة من نجم مثل الشمس فإن بريقها لا بد وأن يتناقص إلى مقدار الربع من قيمته الأولية خلال فترة الأربع وعشرين ساعة حيث يتضاعف

سطحها أربع مرات خلال ذلك الوقت . ومن ثم فإن الحقيقة القائلة بأن الفرض مأخوذا وحده لا يقدم إمكانية لاختبار إجرائى ليست سبباً كافياً لإطراح الفرض باعتبار أنه يخلو من المحتوى الإمبريقى أو باعتبار أنه لا معنى له من الناحية العلمية وبالأحرى يجب أن ننظر إلى أية قضية من خلال السياق النسقى للفروض والقوانين الأخرى حيث يراد لها أن تقوم بوظيفتها وأن تفحص اللزومات الاختبارية التى قد تنشأ عندئذ. هذا الإجراء (المسلك) يصف كل الفروض التى قد تقترح من بين غيرها من الفروض بأنها ليست بذات معنى. وتستبعد الفروض الخاصة بالقوى الحيوية والنزوعات الطبيعية الكونية والتى نوقشت قبلا .

٧ — ٥ طابع القضايا التفسيرية :

إن نظرنا للمذهب الإجرائى كان مدفوعاً بالفكرة القائلة بأن إذا أريد لنظرية من النظريات أن تقبل الانطباق على الظواهر الأمبريقية لكان لزاما أن تفسر الألفاظ المميزة لطابعها تفسيراً مقبولا بواسطة المفردات المتوفرة قبلا ، وقد بينت مناقشتنا أن التصور الإجرائى لمثل هذا التفسير يزودنا بمقترحات مساعدة وإن تطلب تعديلات موضع اعتبار وبصفة خاصة يتعين علينا أن نرفض الفكرة القائلة بأن المفهوم العلمى مرادف لمجموعة من العمليات لأنه أولا قد تكون هناك — وعادة ما تكون هناك — محكات بديلة عديدة للتطبيق بالنسبة لمصطلح من المصطلحات . وتكون هذه المحكات قائمة على مجموعة مختلفة من الإجراءات .

وثانياً : لكى نفهم معنى المصطلح العلمى ونستخدمه استخداما صحيحاً يتعين علينا أن نعرف أيضا دوره المنهجى (النسقى) الذى تشير إليه المبادىء

النظرية التي يقوم فيهـا بأداء وظيفته والذي يربطه بغيره من المصطلحـات النظرية. وثالثا لا يمكن اعتبار المصطلح العلمى مرادفا لمجموعة من العمليات بمعنى اتخاذ معناها الذى حددته تماما لأنه — كما رأينا — تقدم مجموعة واحدة من العمليات المختبرة محكات للتطبيق بالنسبة لمصطلح من المصطلحات فى نطاق محدود من الشروط . ولذا فإن العمليات الإجرائية لاستخدام قصبة قياس أو ترمومتر تزودنا فقط بتفسيرات جزئية للمصطلحين : درجة الحرارة والطول لأن كلا منهما يقبل الانطباق داخل نطاق محدود من الظروف فحسب بينما تأتى المحكات الإجرائية بأقل مما هو مطلوب فى التعريف التام. إن هناك ناحية أخرى تأتى فيها المحكات الإجرائية بما هو أكثر بكثير مما يتطلبه إنشاء التعريفات فى الفهم المعتاد. فعادة ما يفهم التعريف الاشتراطى على أنه قضية تقدم مصطلحا مناسبا ، أو رمزاً مختصراً وذلك بتحديد معناه ببساطة ودون إضافة أية معلومات فعلية. ولكن هذين المعيارين الإجرائيين لمصطلح واحد تترتب عليهما لزومات أمبريقية تتجاوز نطاق التطبيق الخاص بهما كما هو الحال غالباً. ينتج هذا عن ملاحظاتنا السابقة حول مطلب الاتساق بالنسبة للمحكات الإجرائية البديلة .

إذا اتخذت إجراءات اختبارية مختلفة كمحكات للتطبيق بالنسبة للمصطلح الواحد فإنه ينجم عن قضايا تلك المحكات أنه فى حالة ما إذا كان الإجراء الاختبارى قابلا للتطبيق أن يتخذ اللزوم الاختبارى طابع التعميم الإمبريقى. القضية التى تناولناها قبلا والمعبرة عن التساوى العدد للطول الملموس والمبصر فى جميع الحالات حيث أمكن استخدام إجراءات القياس مثال على ذلك . والمثال الآخر هو القضية القائلة بأنه فى حدود اعتبار الزئبق والكحول

سائلين تتساوى من حيث العدد قراءات درجة الحرارة التى أظهرتهـــا الترمومترات الزئبقية والكحولية . هذه القضية نتيجة اشتراط أن النوعين من الترمومترات يمكن أن يستخدما فى التحديد العملى لدرجات الحرارة . ولذلك القضايا التفسيرية التى تزودنا بمحكات للتطبيق بالنسبة للمصطلحات العلمية كثيراً ما تربط الوظيفة الاصطلاحية للتعريف بالوظيفة الوصفية للتعميم الأمبريقى. ومع ذلك هناك ناحية أخرى هامة تختلف فيها القضايا التفسيرية عن التعريفات بالمعنى الذى تناولناه قبلا . فغالباً ما تستخدم المصطلحات العلمية فى تعبيرات أو عبارات ذات صورة متميزة وعلى سبيل المثال مفهوم الصلابة بوصفه متميزاً باختبار الخدش مقصود به أن يستخدم فحسب فى تعبيرات من ذات الصورة. الجسم المعدنى $م_١$ أشد صلابة من الجسم المعدنى $م_٢$ وفى عبارات أخرى معرفة بمثل هذه التعبيرات . فى مثل هذه الحالات يكفى أن يكون لدينا تفسير لتلك التعبيرات المتميزة . يزودنا اختبار الخدش بمثل هذا التفسير الذى يحمل معنى أمبريقيا بأن $م_١$ أكثر صلابة من $م_٢$ وليس ذلك للمصطلح « صلابة » بذاته أو التعبيرات من قبيل المعدن م صلب أو صلابة المعدن م تكون كذا وكذا .. الخ . إن القضايا التى تحدد معنى سياق معين يتضمن حداً معينا تحديداً تاماً تسمى التعريفات السياقية (الضمنية) تمييزاً لها عما يقابلها مما يسمى بالتعريفات الصريحة . مثال ذلك الحامض يتخذ نفس المعنى « الكتروليت تلزم عنه أيونات الأيدروجين » . وعلى سبيل المماثلة نقول إن القضايا التفسيرية للنظرية العلمية عادة ما تزودنا بالتفسيرات السياقية (الضمنية) للمصطلحات النظرية . فالطرق العديدة لقياس الطول مثلا لا تفسر المصطلح « طول » بذاته عبارات من أمثال طول المسافة بين النقطة أ

والنقطة ب وطول الخط ط محكات لقياس الزمن لا تصرح بمفهوم الزمن بوجه عام . قد تسمح سياقات خاصة وحاضرة بتفسير من التفسيرات التى تقوم أساسا للاختبار العلمى فى حالة بعض المصطلحات الافتراضية مثل ذرة، الكترون ، فوتون . حقا من الممكن أن نقدم تعريفا افتراضيا للمصطلح « الكترون » أعنى تعريفاً يستخدم ألفاظا افتراضية أخرى (الكترون يعنى جزئى أولى ذو كتلة سكون ٩٫١٠٧ × ١٠ — ٢٨ جرام وشحنة ٤٫٨٠٢ × ١٠ ستاتكولومب (وحدة قياس الكهرباء وسرعة دوران ذات وحدة شطرية واحدة). ولكن ماذا يمكن أن يشبه التعريف الإجرائى لهذا المصطلح ؟ إننا بالتأكيد لا نستطيع أن نتوقع إعطاء قواعد لتحديد ما إذا كانت اللفظة «الكترون» تصدق على شىء معين أى ما إذا كان ذلك الشىء الكترونيا . غير أن ما يمكن صياغته هو تفسيرات سياقية لأنواع معينة من القضايا تتضمن المصطلح « الكترون » . وذلك مثل هذه القضايا .

توجد الكترونات على سطح الكرة المعدنية المعزولة. الالكترونات تتطاير من هذا الالكترود (قطب كهربى) ذا المسار للتكاثف فى عرفة السحب يميز المسار الذى يتخذه الالكترون وما أشبه ذلك . وتصدق ملاحظات مماثلة على تصورات المجال الكهربى والمغناطيس يمكن أن تصاغ محكات اجرائية للتأكد من بنية مثل هذه المجالات وقوتها فى مجالات معينة. ومثل هذه المحكات تشير إلى مسار الاختبار ومسارات الجزيئات المتحركة فى المجال وسريان التيار فى الأسلاك المتحركة عبر المجال. وهكذا .ولكن مثل هذه الاختبارات تكون فى متناول أيدينا فقط بالنسبة لأنواع من الشروط خاصة معينة من الناحية التجريبية . وذلك كالمجال المتجانس فى مساحة كبيرة بدرجة

كافية أوالانحدارعلى مسافاتمعينة أوماأشبه ذلك. فالقضيةالمعبرة عن شرط من شروط المجال ممكن نظريا وإن يكن على درجة من التعقيد (فقد ينطوى على تغيرات قوية فى المسافات القصيرة) قد لا يترتب عليها لزومات ممكن اختبارها إجرائيا. قد يكون واضحا الآن أن المصطلحات الخاصة بنظرية من النظريات العلمية لا يمكن النظر إليها باعتبار الواحد منها ذو عدد محدود من المحكات الاجرائية الخاصة أو بوجه عام من القضايا التفسيرية المقترنة به لأن القضايا التفسيرية من المعتقد أنها تحدد الطرق التى يمكن بها اختبار القضايا التى تتضمن المصطلح الذى يجرى تفسيره. أى أنها عندما ترتبط بمثل هذه القضايا لابد وأن يترتب عليها لزومات اختبارية مصاغة فى ألفاظ متداولة قبلا. ولذا فان التفسير الاجرائى للصلابة بواسطة اختبار الخدش يسمح باستخلاص لزومات اختبارية من القضايا ذات الصورة م، أصلب من م٢ . والتفسير القائم على اختبار ورقة عباد الشمس يفعل نفس الشىء بالنسبة للقضايا ذات الصورة. السائل ل حامض .. الخ والآن إن الطرق المتنوعة التى يمكن بواسطتها (أو اللزومات الاختبارية) التى يمكن بواسطتها أن تختبر القضايا التى تحتوى على المصطلحات الخاصة بنظرية من النظريات العلمية تتحدد بواسطة المبادىء الحدية للنظريات هذه المبادىء ـ كما لاحظنا فى الفصل السادس ـ تربط الكيانات والنظريات المتميزة الطابع بالظواهر التى يمكن أن تصفها المصطلحات الموضوعة قبلا :

وعلى هذا النحو تقترن المصطلحات المفترضة بالمصطلحات المفهومة قبلا . ولكن تلك المبادىء لا تحدد لمصطلح من المصطلحات المفترضة عددا محدودا من محكات التطبيق . لنتناول ثانية المصطلح الكترون . لاحظنا أنه ليست

كل قضية تحوى هذا المصطلح ذات لزومات اختبارية تحددهـا . ومع ذلـك القضايا التى تتضمن المصطلح ذى اللزومات الاختبارية ذات تنوع غير محدود. والتنوع المناظر لها من الاختبارات لا يمـكن ـ بغير تعسف ـ اعتباره متفقا مع مجرد اثنين أوسبعة أو عشرين محـكا من محـكات التطبيق المختلفة بالنسبة للمصطلح « الـكترون » ولذلك مفهوم المصطلحـــــات الخاصة بنظرية من النظريـات التى يجرى تفسيرها على انفراد وبعدد محدود من المحـكات الاجرائية لابد من اطراحه لصـــــالح مجموعة المبادىء الحدية التى لا تفسر المصطلحات المفترضة على انفراد. ولـكن تزودنا بعدد غير محدود من محكات التطبيق لعدد غير محدود من اللزومات الاختبارية للقضايا التى تحوى واحد أو أكثر من المصطلحات المفترضة :

٨ — الرد النظرى

٨ — ١ قضية المذهب الحيوى الميكانيكى :

تناولنا قبلا المذهب الحيوى الجديد القائل بأن الخصائص المعينة للأنساق الحيـة ومن بينهـا القـدرة على التـكيف والتنظيم الذاتى لا يمـكن أن تفسر بالمبادىء الفيزيائية والـكيميائية وتفسر بالرجوع إلى عوامـل جديدة من نوع غير معروف فى العلوم الفيزيائية هو القوى الحيوية. ولقد بين الفحص الدقيق أن مفهوم القوى الحيوية كما يستخدمه أصحاب المذهب الحيوى لا يمـكن أن يقدم تفسيرا لأية ظاهرة بيولوجية ومع ذلك لا تتخلص الأسبـاب التى أدت إلى هذه النتيجة آليا من الفـكرة الأساسية فى المذهب الحيوى الجديد . تلك الفكرة القائلة بأن الأنساق والعمليات البيولوجية تختلف فى نواحى جوهرية عن الأنساق والعمليـات الـكيميائية الخالصة . تعارض هذه النظرة بما يسمى

دعوى المذهب الميكانيكي القائلة : بأن المركبات العضوية الحية ليست شيئا سوى أنساق فيزيائية كيميائية (وإن لم تكن أنساقا كيميائية خالصة كما قد يوحى مصطلح « المذهب الحيوى » فى نمطه القديم) . ولقد كانت هذه التصورات المتعارضة موضوع حوار محتدم ساخن لا نستطيع أن نتناوله هنا بالتفصيل . ولكن من الواضح أن القضية يمكن أن تناقش نقاشا مثمراً فقط إذا استطعنا أن نجعل معانى الدعاوى المتعارضة واضحة بدرجة كافية لبيان أى أنواع البرهان والبينة يمكن أن تكون له علاقة بالمشكلة وكيف للنقاش أن يهدأ ويستقر. إنها لمشكلة فلسفية متميزة بإيضاح معانى التصورات المتعارضة التى نتناولها الآن. فنتيجة تأملنا سيكون لها لزومات تتعلق بامكانية استقرار القضية من الواضح أن النزاع يتعلق بمسألة ما اذا كانت المركبات العضوية الحية أنساقا فيزيائية كيميائية فحسب أو لم تكن . ولكن ماذا يعنى القول بكونها ! توحى ملاحظاتنا الأولية بأننا قد نفسر المذهب الميكانيكي على أساس أنه يقدم هذه الدعوى المزدوجة (م١)٠

إن كل خصائص المركبات العضوية الحية هى خصائص فيزيائية كيميائية يمكن أن توصف بلغة الطبيعة والكيمياء (م٢) ٠ كل أوجه السلوك للمركبات العضوية الحية يمكن تفسيرها بواسطة القوانين والنظريات الفيزيائية الكيميائية .

أما بخصوص القضية الأولى من هاتين القضيتين التقريريتين من الواضح أنه على أية حال يتطلب وصف الظواهر البيولوجية استخدام المصطلحات البيولوجية الخاصة التى لا ترد فى قاموس المفردات الفيزيائية والكيميائية لا المصطلحات الفيزيائية الكيميائية فحسب. ففى القضية القائلة بأنه فى المرحلة الأولى من مراحل انقسام

الخلية يحدث تقلص الكروموسومات فى نواة الخلية المنقسمة . وكذلك القضية القائلة بأن بيضة الأوز المخصبة عندما تفقس فقسا صحيحا تفرخ فرخ أوز. تتضمن القضية م أن الكيانات والعمليات البيولوجية المشار إليها هنا فرخ أوز ، بيض أوز، خلايا، نواة، كروسومومات، إخصاب ، انقسام خلية يمكن أن تتحدد خصائصها بمصطلحات فيزيائية كيميائية. وأكثر التفسيرات استخداما هو أن المصطلحات البيولوجية المناظرة فرخ أوز ، خلية ..الخ يمكن تعريفهــــا بمعاونة المفردات المأخوذة من قاموس مفردات الفيزياء والكيمياء لتكن اشارتنا إلى هذه الترجمة الخاصة م١ باعتبارها مَ١ وبالمثل إذا كانت جميع الظواهر البيولوجية هكذا وبوجه خاص كل الاطرادات المعبر عنها بواسطة القوانين البيولوجية يراد لها أن تفسر بواسطة المبادىء الفيزيائية الكيميائية تعين أن تتخلص القوانين البيولوجية من القوانين والمبادىء النظرية للفيزياء والكيمياء. القضية ـ دعنا نسميها مَ٢ ـ القائلة بأن هذه بالضرورة الحالة قد ينظر إليها باعتبارها المعنى الخاص ل مَ٢ . ويتصل بذلك القول بأن القضيتين مَ١ ، مَ٢ تعبران عما يسمى غالبا قضية ردالبيولوجيا إلى الفيزياء والكيمياء . وتتعلق هذه القضية بالمفاهيم والقوانين الخاصة بالمباحث موضع الاهتمام . فرد مفهوم مبحث واحد إلى تلك المفــــاهيم الخاصة بآخر تفسر على أنها قابلية الاول للتعريف بلغة الآخر . فرد القوانين يفسر بالمماثلة على أنه اشتقاقها ولذلك يمكن أن يقال للمذهب الميكانيكى انه تقرير رد البيولوجيا إلى الفيزياء والكيمياء. وانكار هــــذه الدعوى يشار إليه أحيانا على أنه قضية الحكم الذاتى للبيولوجيا أوللمفاهيم والمبادىء البيولوجية. ولذلك يؤكد المذهب الحيوى الجديد السلطة الذاتية للبيولوجيا

ويكمل هذه الدعوى بمذهبه فى القوى الحيوية . ولنتناول الآن القضايا الميكانيكية بشىء من التفصيل .

٨ – ٢ رد المصطلحات :

لا تعنى القضية م١ المتعلقة بتعريف المصطلحات البيولوجية بتقرير إمكانية تحديد المعانى الكيميائية للمصطلحات البيولوجية بتعريفات اصطلاحية تعسفية. فهى تسلم بأن المصطلحات فى المعجم البيولوجى لها معان فنية محددة. وتدعى أن محتواها يمكن التعبير عنه بواسطة المفاهيم الفيزيائية والكيميائية. تثبت القضية إذن إمكانية تقديم ما أطلقنا عليه فى الفصل السابع «التعريفات الوصفية» للمفاهيم البيولوجية بلغة فيزيائية كيميائية ولكن التعريفات قيد البحث لا نكاد نتوقع كونها تعريفات تحليلية لأنه من الواضح أن تكذب الدعوى القائلة بأن كل مصطلح بيولوجى — على سبيل المثال — بيضة أوزة، شبكية العين انقسام الخلية، فيروس، هرمون ، يوجد له تعبير باللغة الفيزيائية الكيميائية وله نفس المعنى الذى يمكن معه أن يقال لفظ «قرين» أن له معنى الزوج أو الزوجة أو المرادف له. إنه لمن العسير أن نسمى مصطلحا بيولوجيا واحدا نحدد له مرادفا فيزيائيا كيميائيا. انه من الصعب أن يحتمل المذهب الميكانيكى هذا التفسير لدعواه . ولكن التعريف الوصفى قد يفهم بمعنى أقل تمنتا بحيث لا يتطلب أن يكون للمعرف نفس المعنى أو المضمون كالمعرف . ولكن نفس الماصدق يحدد المعرف فى هذه الحالة الشروط التى تكون مستوفاة كما مرواقع فى كل تلك الحالات حيث يصدق المعرف. المثال التقليدى هو تعريف الانسان بأنه حيوان ذو ساقين لا يقرر أن لفظة « إنسان » لها نفس المعنى مثل تعبير حيوان ذو ساقين ، ولكن نفس الماصدق . فلفظة « إنسان » تصدق

على كل تلك الأشياء التى لها ساقان فحسب وكون الشىء ذا ساقين هو على السواء شرط ضرورى وكاف لكونه انسانا .

قد يشار إلى القضايا على أنها تعريفات ماصدقية يمكن التعبير عنها فى الصورة .

له نفس الماصدق مثل

إن التعريفات التى يحددها أصحاب المذهب الميكانيكى لتوضيح وتأييد دعواه المتعلقة بالمفاهيم البيولوجية هى من هذا النمط الماصدق . فهى تعبر عن الشروط الفيزيائية الكيميائية الضرورية والكافية لأن تصدق على المصطلحات البيولوجية. ولذلك هى فى الأغلب نتائج البحث الفيزيائى الحيوى والكيميائى الحيوى الشاق فيتضح هذا بتحديد خصائص المواد وذلك كالبنسلين والتستستيرون، والكولسترول بلغة البنية الجزيئية. ذلك الانجاز الذى يسمح بتعريف المصطلحات البيولوجية بواسطة المصطلحات الكيميائية الخالصة وحدها. ولكن مثل هذه التعريفات لاتقصد التعبير عن معانى المصطلحات البيولوجية، فالمعنى الأصلى للفظة « بنسلين » على سبيل المثال قد يبين خصائص البنسلين بوصفه مادة مضادة للبكتريا بنتجها فطر عش الغراب (عفن الخبز) ويعرف التستستيرون أصلا بأنه هرمون الجنس الذكرى الذى تنتجه الخصيتان.. الخ. ونصل إلى تحديد خصائص هذه المواد ببنيتها الجزيئية لا بتحليل المعنى ولكن بالتحليل الكيميائى . وتؤسس النتيجة كشفا كيميائيا حيويا لا كشفا منطقيا أو فلسفيا، يعبر عنه بالقوانين الأمبريقية لا بقضايا الترادف. وفى واقع الأمر قبول الخصائص الكيميائية كتعريفات جديدة للمصطلحات البيولوجية

يتضمن تحولا لافى المعنى والمضمون فحسب بل أيضا فى الماصدق لأن المحكات الكيميائية التى تصف مواد ا كالبنلسين أو التستستيرون بأنها مواد معينة لم تنتج بواسطة الأنساق العضوية ولكن ركبت فى المعمل تركيبا.

وعلى أية حال أيا كان الأمر تتطلب إقامة مثل هذه التعريفات بحثا امبريقيا. ولذلك يجب أن نستنتج أن مسألة ما إذا كان المصطلح البيولوجى معرفا بواسطة المصطلحات الفيزيائية والكيميائية وحدها لا يمكن أن تستقر بمجرد تأمل معناها ولا بأى اجراء آخر غير امبريقى.

ولذا فان الدعوى م َ١ لا يمكن إقامتها أو دحضها بناء على أسس قبلية أى بالاعتبارات التى يمكن تنميتها قبلا أو بالاستقلال عن البنية الامبريقية.

٨ ــ ٣ رد القوانين :

نعود الآن إلى القضية الثانية م َ٢ فى تفسيرها المذهب الميكانيكى تلك الدعوى التى تقرر أن القوانين والمبادىء النظرية الخاصة بعلم البيولوجيا يمكن اشتقاقها من تلك القوانين والمبادىء الخاصة بالفيزياء والكيمياء. من الواضح أن الاستنباطات المنطقية من القضايا المصوغة بلغة الفيزياء والكيمياء لن تنتج قوانين بيولوجية متميزة حيث يتعين على هذه القوانين أن تحتوى على حدود بيولوجية. وللحصول على مثل هذه القوانين لن نحتاج إلى بعض المقومات الإضافية التى تعبر عن الارتباط بين السمات الكيميائية والبيولوجية. هذا الموقف المنطقى هو نفس الموقف فى استخدام التفسير لنظرية من النظريات حيث تكون المبادىء الحدية مطلوبة بالاضافة إلى المبادىء المفترضة لاستخلاص النتائج التى يمكن التعبير عنها على وجه الحصر بمصطلحات مفترضة قبلا. ويتعين على المقدمات الاضافية المطلوبة لاستخلاص

القوانين البيولوجية من القوانين الفيزيو كيميـــــائية أن تتضمن كلا من المصطلحات البيولوجية والمصطلحـات الفيزيو كيميائية وأن تـكون لها سمة القوانين التي تربط مظاهر فيزيو كيميائية لظـاهرة من الظواهر بمظاهر بيولوجية معينة . والقضية الرابطة من هذا النوع قد تأخذ الصورة الخاصة للقوانين التي تناولناها توا . تلك التي تقدم أساسا للتعريف ماصدقي للمصطلحات البيولوجية. ومثل هذه القضية تقرر في الواقع أن إثبات خصائص فيزيو كيميائية معينة . وعلى سبيل المثال كون مادة من المواد من كذا أو كذا من التركيب الجزئي هو على السواء ضروري وكاف لإثبات خاصة بيولوجية معينة (على سبيل المثال تستستيرون) والقضايا الأخرى الرابطة قد تعبر عن شروط فيزيو كيميائية ضرورية ولـكنها ليست شروطا كافية أو ضرورية لخاصية بيولوجية معينة. والتعميمات القائلة بأنه حيث توجد حياة فقارية يوجد أو كسجين وأي نسيج عصبي يحمل صدمات كهربية هي من النوع الأول . والقضية القـائلة بأن الغـاز العصبي تابين (المتميز ببنيته الجزيئية) يخـدر النشاط العصبي ومن ثم يسبب الوفاة للإنسـان هي قضية من النوع الثاني . والقضايا الرابطة من الأنماط الأخرى المتنوعة يمكن إدراكهـا أيضاً . وإحدى الصور البسيطة التي قد يأخذها استخلاص القانون البيولوجي من القوانين الفيزيو كيميائية يمـكن أن توصف على النحو الصـوري الآتي : ليـكن ف$_1$ ، ف$_2$ تعبيرين يتضمنان حدودا فيزيو كيميائية ولـكن القضية القائلة بأن (كل حالات ف$_1$ هي حالات ف$_2$) قانونا فيزيائيـا كيميائيـا . نطلق عليه ق ف . ولتـكن القوانين الرابطة :

(كل حالات ب$_1$ هي حالات ف$_1$ وكل حالات ف$_2$ هي حالات ب$_2$).

يقرر القانون الأول أن الشروط من النوع ف١ ضرورية لحدوث الحالة البيولوجية أو الشرط البيولوجى ب١ ويقرر القانون الثانى أن الشروط الفيزيوكيميائية ف١ كافية للسمة البيولوجية ب٢ . إذن يمكن أن يستنبط القانون البيولوجى الخالص منطقيا من القانون الفيزيوكيميائى ق١ فى ارتباطه مع القوانين الرابطة . أعنى كل حالات ب١ هى حالات ب٢ أو (حيث توجد السمات البيولوجية ب١ توجد السمات البيولوجية ب٢) وبوجه عام إن المدى الذى تصل إليه القوانين البيولوجية لتكون قابلة للتفسير بواسطة القوانين الفيزيوكيميائية تعتمد على مدى إقامة قوانين رابطة مناسبة . ولا يتقرر ذلك ببراهين قبلية : يمكن أن نجد الإجابة بواسطة البحث البيولوجى والبحث البيوفيزيائى . قد يبدو جليا أن النتائج التى يمكن استنباطها منطقيا من مجموعة من المقدمات لا يمكن أن تحتوى على أية مصطلحات جديدة لا تكون واردة فى المقدمات . ولكن ليس الأمر كذلك فالقضية الفيزيائية القائلة بأنه « عندما يسخن الغاز تحت ضغط ثابت فإنه يتمدد » تتضمن منطقيا « عند تسخين الغاز تحت ضغط ثابت يتمدد أو يستحيل إلى سرب من الناموس » . وعلى هذا النحو تكون القضايا البيولوجية مستنبطة من القضايا الفيزيائية وحدها . ولكن المقدمة الفيزيائية تسمح باستنباط القضايا القائلة بأنه « عند تسخين الغاز تحت ضغط ثابت يتمدد أو لا يستحيل إلى سرب من الناموس » . وعند تسخين غاز من الغازات تحت ضغط ثابت يتمدد أو يستحيل إلى أرنب وهكذا . وعامة إن أية قضية بيولوجية يمكن استنباطها من القانون الفيزيائى لها هذه الخاصية

إذا استبدلت المصطلحات البيولوجية الخاصة الواردة فيها بسالباتها أو بأية مصطلحات أخرى . إن القضية التى نحصل عليها على هذا النحو يمكن استنباطها على السواء من القانون الفيزيائى . وبهذا المعنى يحقق القانون الفيزيائى فى أن يقدم تفسيرا لأية ظاهرة بيولوجية خاصة .

٨ — ٤ المذهب الميكانيكى الجديد :

إن النظريات الفيزيائية والكيميائية والقوانين الرابطة المتداولة حالياً لا تكفى لرد المفاهيم والقوانين فى علم الأحياء إلى تلك المفاهيم والقوانين الفيزيائية والكيميائية . ولكن البحث فى الميدان يتقدم تقدماً سريعاً ويوسع باطراد من نطاق التفسير الفيزيوكيميائى للظواهر البيولوجية . ولذلك قد يفسر المذهب الميكانيكى على أنه النظرة القائلة بأنه من خلال البحث العلمى ترد البيولوجيا فى نهاية الأمر إلى الفيزياء والكيمياء . ولكن هذه الصياغة تستطدعى كلمة تحذير . فى مناقشتنا افترضنا تمييزاً واضحاً بين حدود الفيزياء والكيمياء من ناحية والحدود البيولوجية النوعية من ناحية أخرى . وفى الواقع إذا قدم إلينا أى مصطلح علمى متداول من المحتمل أن لا نجد صعوبة فى أن نقرر بصورة حدسية ما إذا كان منتمياً أو غير منتم إلى الواحد أو الآخر من المفردات اللغوية . ولكن من العسير وضع مقاييس عامة واضحة يمكن بواسطتها لأى من المصطلحات العلمية المتداولة الآن ومستقبلا أن يحدد تحديداً لا التباس فيه بانتمائه إلى مجموعة من المفردات الخاصة بمبحث معين وقد يستحيل تقديم مثل هذه المقاييس لأنه من خلال البحث المستقل يصبح الخط الفاصل بين البيولوجيا والفيزياء والكيمياء مطموسا شأنه فى ذلك شأن ما صار إليه فى الوقت الحالى الخط الفاصل بين

الفزياء والكيمياء . فالنظريات المستقلة قد توضع أيضاً فى أنواع مستحدثة من المصطلحات تقوم بوظيفتها فى النظريات الشاملة التى تقدم تفسيراً لكل الظواهر المعروفة الآن بالبيولوجية ولغيرها من الظواهر المعروفة الآن بالفزيائية والكيميائية. وقد لا يعود الانقسام إلى مصطلحات بيولوجية ومصطلحات فزيائية كيميائية ذا دلالة فى القابلية للانطباق بالنسبة لمجموعة المفردات اللغوية لمثل هذه النظرية الشاملة . وفكرة رد البيولوجيا إلى الفزياء والكيمياء تفقد فى نهاية الأمر معناها . غير أن مثل هذا التقدم النظرى لم يتم بعد . وفى نفس الوقت ربما كان أفضل تفسير للمذهب الميكانيكى هو اعتباره قاعدة موجهة أو مبدأ موجها للبحث أحرى من اعتباره قضية أو نظرية خاصة بطابع العمليات البيولوجية . وفهمه على هذا النحو يفرض على العالم الدأب فى البحث عن النظريات الفزيوكيميائية الأساسية للظواهر البيولوجية بدلا من أن يسلم نفسه للنظرة القائلة بأن التصورات والمبادىء الخاصة بالفزياء والكيمياء لا تقوى على إعطاء تفسير كفء لظواهر الحياة والالتزام بهذه القاعدة ثبت نجاحه بالتأكيد فى البحث البيوفزيائى والبحث البيوكيميائى . هذه القاعدة المعتمدة لا يمكن أن تجاريها نظرة المذهب الحيوى للحياة .

٨ — ٥ رد العلوم السلوكية :

لقد أثيرت مسألة القابلية للرد أيضا بالنسبة لمباحث علمية غير علم الأحياء . فهى ذات أهمية خاصة فى علم النفس حيث أن لها علاقة مباشرة بالمشكلة النفسية الفيزيقية الشهيرة أعنى مسألة العلاقة بين العقل والجسم . وتتمسك وجهة نظر ردية فيما يتعلق بعلم النفس — إن شئنا القول — بأن كل الظواهر

السيكولوجية أساسا ظواهر بيولوجية أو فزيائية كيميائية فى طابعها أو بتحديد أكثر إن القوانين والمصطلحات الخاصة لعلم النفس يمكن أن ترد إلى تلك المصطلحات والقوانين الخاصة بعلم الأحياء والكيمياء والفزياء . ويفهم الرد هنا بمعنى محدد قبلا وتصدق ملاحظاتنا العامة على الموضوع أيضا فى علم النفس . ومن ثم إن التعريف الردى للمصطلحات السيكولوجى يتطلب تعيين الشروط البيولوجية والفزيو كيميائية الضرورية والكافية لحدوث حالة خاصة أو عملية عقلية (وذلك كالذكاء ، الجوع ، الهلوسة ، الأحلام) التى يقوم المصطلح مقامها ويتطلب رد القوانين السيكولوجية مبادىء رابطة ملائمة تتضمن مصطلحات سيكولوجية فضلا عن المصطلحات البيولوجية والفزيو كيميائية . والبعض من مثل هذه المبادىء الرابطة التى تعبر عن الشروط الكافية والضرورية لحالات سيكولوجية معينة متوافرة فى الواقع . فحرمان فرد من الطعام أو الشراب أو الراحة كاف لحدوث الجوع والعطش والتعب . وتناول عقاقير معينة ربما كان كافيا لحدوث الهلوسة ووجود ارتباطات عصبية معينة ضرورى لحدوث إحساسات معينة ، وبالنسبة للادراك البصرى وإمداد المخ بالأوكسجين المناسب ضرورى للنشاط العقلى فى واقع الأمر للوعى أو الشعور . وتتجلى فى السلوك العـــــام الملاحظ للفرد بعض المؤشرات البيولوجية والفزيائية الهـــــامة بالنسبة للحالات والأحداث السيكولوجية . وقد يفهم مثل هذا السلوك على أنه يشتمل على المظاهر البادية التى يمكن أن تلاحظ مباشرة كحركات الجسم أو تعبيرات الوجه والاحمرار خجلا والتفوهات اللفظية وأداء واجبات معينة (كما فى الاختبارات السيكولوجية) والاستجابات الدقيقة كالتغيرات فى ضغط الدم وضربات

القلب وسلوك البشرة وكيمياء الدم ومن ثم يتجلى التعب فى التفوهات اللفظية (أنا أشعر بالتعب ... إلخ) ونقصان معدل الجودة فى أداء الواجبات التثاؤب، التغيرات الفسيولوجية وثمة عمليات مؤثرة وانفعالية تكون مصحوبة بتغيرات فى المقاومة الظاهرية كما تقيسها «كشافات الكذب» والمبادىء والقيم التى يتمسك بها فرد من الأفراد تعبر عن نفسها بالطريقة التى يستجيبها عند تعرضه لاختبارات معينة، والمعتقدات تعبر عن نفسها فى التفوهات اللفظية التى قد تصدر عنه وأيضاً فى الطريقة التى يعمل بها. وعلى سبيل المثال إن اعتقاد سائق ما أن الطريق مغلق قد يعبر عن نفسه فى دورانه وانعطافه. وتستخدم الأنواع المميزة من السلوك الصريح (الملاحظ عيانا) والتى تتجلى فى مواقف الاستجابة للمنبهات أو الاختبارات لموضوع من الموضوعات فى حالة سيكولوجية معينة أو مع خاصية سيكولوجية كمحكات اجرائية لاثبات الحالة أو الخاصية السيكولوجية موضع البحث على نطاق واسع. فبالنسبة للذكاء أو الاستبطان قد يكون الموقف الاختبارى فى عرض الموضوع باستخبارات مناسبة وتكون الاستجابات فى الاجابات التى تترتب على الموضوع. وتبدو دافعية الجوع لدى حيوان من الحيوانات فى ملامح سلوكية كافراز اللعاب وقوة الصدمة الكهربية التى يأخذها الحيوان للوصول إلى الطعام أو كمية الطعام التى يستهلكها. وإلى المدى الذى يبلغه وصف المنبهات والاستجابات بلغة المصطلحات البيولوجية والفزيوكيميائية يمكن أن يقال إن المحكات الناتجة تقدم التعيين الجزئى لمعانى التعبيرات السيكولوجية بلغة المفردات البيولوجية والكيميائية والفزيائية. وعلى الرغم من أنه غالباً ما يشار إليها كتعريفات إجرائية إلا أنها لاتحدد بالفعل الشروط الضرورية الكافية

للمصطلحات السيكولوجية. الموقف المنطقى مشابه لذلك الموقف الذى صادفناه فى تناولنا لملاقة المصطلحات البيولوجية بمفردات الفزياء والكيمياء.

إن المدرسة السلوكية من مدارس الفكر ذات الأثر فى علم النفس، تلك المدرسة التى لها فى كل صورها المختلفة توجيه ردى أساس تسعى لرد مجال القول بصدد الظواهر السيكولوجية إلى مجال القول بصدد الظواهر السلوكية. تتمسك إحدى المدارس السلوكية المهتمة بتأمين القابلية الموضوعية لاختبار الفروض والنظريات السيكولوجية بأن المصطلحات السيكولوجية لا بد وأن تكون لها محكات للتطبيق موضوعة بلغة المصطلحات السلوكية ومحددة تحديداً واضحا. ولا بد للفروض والنظريات السيكولوجية من لزومات اختبارية تتعلق بالسلوك الذى يلاحظ على وجه العموم. وترفض هذه المدرسة من مدارس الفكر كل اعتماد على مناهج مثل الاستبطان الذى يمكن استخدامه بواسطة الفرد ذاته فى استكشاف ظاهرى لعالمه العقلى ولا تقبل كمعطيات سيكلوجية أيا من الظواهر السيكولوجية الخاصة كالاحساسات والآلام والآمال والمخاوف. تلك التى يقال إن المناهج الاستبطانية تقوم بالكشف عنها وبينما يتفق السلوكيون فى إصرارهم على المحكات السلوكية الموضوعية للخصائص والحالات والأحداث السيكلوجية يختلفون فى مسألة ما اذا كانت الظواهر السيكولوجية متميزة عن الظواهر السيكولوجية المناظرة لها أولم تكن. تلك الظواهر الشديدة الخفاء والتعقيد غالبا وما إذا كانت الاخيرة تجليا لها فحسب. وكذلك ما إذا كانت الظواهر السيكلوجية متفقة بمعنى من المعانى الواضحة مع خواص، حالات، حادثات سلوكية معقدة. وتتمسك المدرسة السلوكية الحديثة ذات التأثير فى التحليل الفلسفى المفاهيم السيكلوجية

بأن المصطلحات السيكلوجية وإن كانت تشير عيانا إلى حالات وعمليات عقلية إلا أنها تستخدم كوسيلة للكلام عن مظاهر سلوكية متشابكة وبوجه خاص عن ميول أو استعدادات للسلوك بطرائق مميزة فى مواقف معينة وتأسيسا على ذلك إن قولنا عن شخص أنه ذكى هو قولنا إنه يميل لأن يعمل أو أن لديه استعدادا للعمل بشكل متميز أى بطريقة نصفها عادة بأنها تصرف ذكى فى كل الظروف . وقولنا ان شخصاما يتكلم الروسية لا يعنى بالطبع أنه ينطق التعبيرات الروسية دوما ولكنه قادر على نوع معين من السلوك يبدو فى مواقف معينة وأن ذلك يعتبر بوجه عام مميزا للشخص الذى يفهم ويتكلم الروسية .

الاعتقاد بأن فيينا مدينة مولعة بالموسيقى ، أمينة ، مهملة ، ترى أشياء معينة ولها مطالب خاصة لا يحول دون النظر إليها بطريقة واحدة والتصرف على هذا النحو .

تمسك المدرسة السلوكية بهذه الصورة يحسم المظهر المحير لمشكلة العلاقة بين العقل والجسم . فليس ثمة مبرر للبحث عن الشبح فى الماكينة[١] لأن الكيانات والعمليات العقلية تتجاوز الواجهة الفزيائية .

لنتناول مماثلة من المماثلات . نقول عن الساعة التى تضبط الوقت جيداً أنها على درجة عالية من الدقة نسبة الدقة العالية للساعة تعادل قولنا أنها

---

(١) هذه العبارة صاغها جيلبرت رايل فى كتابه المثير « مفهوم العقل » الذى يقدم بالتفصيل مفهوما للظواهر السيكولوجية والمناظرات السيكولوجية التى هى سلوكية بالمعنى الذى ذكرناه باختصار لندن هاتشسون ١٩٤٩ .

تميل لضبط الوقت جيداً . ولذلك لا معنى للسؤال عن الطريقة التى بها تؤثر تلك القوة اللامادية الدقة على ميكانيكية الساعة ولا معنى للسؤال عما يحدث للدقة عندما تتوقف الساعة عن سيرها . وبناءا على هذه الصورة من صور المدرسة السلوكية لا معنى للسؤال عن كيفية تأثير الحوادث أو الخصائص العقلية على سلوك الكائن العضوى . هذا المفهوم الذى أسهم فى توضيح دور المفاهيم السيكولوجية من الجلى أنه ردى فى منحاه . انه يعرض التصورات فى علم النفس على أنها تقدم طريقة للكلام عن الأنماط الخفية للسلوك فعالة ومناسبة ، إلا أن البراهين المؤيدة لا تقرر أن كل التصورات فى علم النفس تقبل التعريف بلغة التصورات غير السيكولوجية من النوع المطلوب لوصف السلوك الصريح والاستعدادات السلوكية وهذا على الأقل لسببين :

أولاً : من المشكوك فيه أن الأنواع المختلفة من المواقف التى يستطيع فيها شخص ما أن يتصرف بذكاء (على سبيل المثال) والأنواع الخاصة من التصرف والتى توصف بالذكاء . تلك المواقف يمكن حصرها فى تعريفات صريحة واضحة تماما . وثانيا : يبدو أن الظروف التى فى ظلها يمكن للذكاء أو الشجاعة أو الضغينة أن تبدو فى السلوك العيانى لا يمكن أن تتقرر بدرجة كافية بلغة المصطلح السلوكى الخالص الذى يتضمن مصطلحات بيولوجية كيميائية وفزيائية فضلا عن مصطلحات غير فنية من تعبيرات لغتنا اليومية كهز الرأس ، أو بسط اليد ، الجفول ، العبوس ، الضحك . يبدو أن المصطلحات السيكولوجية مطلوبة كذلك لقسم أنواع الأنماط السلوكية والاستعدادات والقدرات السلوكية التى من المفترض أن تشير إليها ألفاظ مثل . متعب ، ذكى ، يعرف الروسية لأن مسألة ما إذا كان

السلوك العيانى لشخص من الأشخاص فى موقف معين يتصف بكونه ذكيا شجاعا ، متهورا ، كيسا ، فظا . لا تتوقف على ماذا تكون حقائق الموقف. بل على ما يعرف الشخص أو يعتقد بصدد الموقف الذى يجد نفسه فيه .

فالرجل الذى يسير بغير اجفال نحو دغل من الأدغال حيث يربض أسد جائع لايتصرف بشجاعة إذا لم يعتقد ومن ثم لا يعرف أن هناك أسدا فى الدغل وبالمثل ما اذا كان سلوك شخص فى موقف معين يتصف بكونه سلوكاذكيا يتوقف على مايعتقده بصدد الموقف والأغراض التى يريد تحقيقها بتصرفه . ومن ثم يبدو وأنه كى نسم أنماط السلوك الميول ·القدرات التى تشير إليها المصطلحات السيكولوجية لاتحتاج فحسب لمعجم مفردات سلوكية ولكن لمصطلحات سيكلوجية أيضا . هذه المسألة لاتثبت بالطبع أن رد المصطلحات السيكولوجية إلى معجم المفردات السلوكية مستحيل ولكنها تذكرنا بأن إمكانية مثل هذا الرد لايؤسسها نوع التحليل الذى تناولناه وثمة مبحث آخر من المباحث التى يظن أن علم النفس قد يرد إليها فى نهاية الأمر هو علم وظائف الاعضاء وخاصة علم وظائف الجهاز العصبى ولكن مرة أخرى إن رد علم النفس إليها ردا تاما بالمعنى الذى حددناه قبلا ليس ببعيد عن النظر .

وتثار المسائل الخاصة بالقابلية للرد أيضا بصدد العلوم الاجتماعية وخاصة فى ارتباطها مع المذهب الفردى المنهجى [١] الذى ينبغى وفقاله أن توصف وتحلل وتفسر كل الظواهر الاجتماعية بلغة مواقف الأشخاص الفردية

(١) ثمة مناقشة جلية لهذا المذهب يمكن أن توجد فى كتاب ارنست ناجل «لبنية العلم من ص ٥٣٥ — ٥٤٦ .

المتضمنة فيها . وبالاشارة إلى القوانين والنظريات المهتمة بالسلوك الفردى وصف موقف الشخص من الأشخاص لابد وأن يأخذ فى الاعتبار دوافعه ومعتقداته فضلا عن حالته النفسية والعوامل البيولوجية والكيميائية والفزيائية المتنوعة فى بيئته . ولذلك قد ينظر للمذهب الفردى المنهجى على أنه يتضمن قابلية المفاهيم والقوانين الخاصة بالعلوم الاجتماعية (بمعنى واسع يتضمن علم النفس الجماعات، نظرية السلوك الاقتصادى وما أشبه) إلى تلك المفاهيم الخاصة بعلم النفس الفردى الأحياء ، الكيمياء ، الفزياء . والمشكلات التى تثيرها هذه الدعوى تقع خارج نطاق هذا الكتاب · إنها تنتمى لفلسفة العلوم الاجتماعية . وقد جاء ذكرها هنا ببساطة كمزيد من الايضاح لمشكلة القابلية للرد النظرى وكمثال للمجانساب المنطقية والمنهجية الكثيرة بين العلوم الطبيعية والعلوم الاجتماعية ·

قائمة المراجع

تتضمن القائمة الواردة بأسفل بعض الأعمال المختارة إلا أن معظمها يزود بإضافات موسعة للتراث فى هذا المجال .

(ا) مختارات :

١ – دانتو ومورجنبسر : فلسفة العلم – نيويورك – كتب مريدبان سنة ١٩٦٠ .

٢ – فيجل وبرود بك : قراءات فى فلسفة العلم – نيويورك سنة ١٩٥٣

٣ – مادن : بنية الفكر العلمى – بوسطن – شركة هوتن مفلن سنة ١٩٦٠ .

٤ – فينر : قراءات فى فلسفة العلم – نيويورك – أبناء شارلز سكرنبرز سنة ١٩٥٣ .

(ب) أعمال فردية :

٥ – كامبل : ما العلم – نيويورك – شذرات دوفر سنة ١٩٥٢ . رواية مختصرة للقوانين والنظريات والتفسير والقياس .

٦ – كارناب : الأسس الفلسفية للفيزيقا – طبعة مارتن جاردنر – نيويورك لندن – الكتب الأساسية سنة ١٩٦٦ .

مقدمة ممتازة تحيط بمدى واسع من الموضوعات

فى فلسفة الفيزيقا لواحد من أشهر المناطقة وفلاسفة العلم المعاصرين .

٧ — كوز : فلسفة العلم — برنستون — شركة دى فان نورستاد سنة ١٩٦٥ مناقشة أولية للأوجه المنطقية والمنهجية والفلسفية للتنظير العلمى .

٨ — جرونبوم : المشكلات الفلسفية للمكان والزمان — نيويورك — القرد نوف سنة ١٩٦٣ — عمل أساسى دقيق ينصب على بنية المكان والزمان فى ضوء النظرية الرياضية والفيزيقية المعاصرة.

٩ — هانسون : أنماط الاكتشاف — كمبردج — لندن — مطبعة الجامعة سنة ١٩٥٨ . دراسة مقترحة لأسس ووظائف النظريات العلمية بالإشارة إلى النظرية الكلاسيكية والمعاصرة للجزئيات .

١٠ — همبل : أوجه التفسير العلمى ومقالات أخرى فى فلسفة العلم — نيويورك — المطبعة الحرة سنة ١٩٦٥. يتضمن العديد من المقالات عن مفهوم التصور والتفسير فى العلوم الطبيعية والاجتماعية والتأريخ .

١١ — ناجل : بنية العلم — نيويورك — هاركورت بريس وارلد سنة ١٩٦١ . يقدم هذا العمل الرائع

بحثا مستفيضا وتحليلا رائعا لمدى واسع من المشكلات المنهجية والفلسفية المتعلقة بالقوانين وأســـــاليب التفسير فى العلوم الطبيعية والاجتماعية والتأريخ .

١٢ — بوبر : منطق الـكشف العلمى — لنـدن هاتشسون وشركاه نيويورك — الكتب الأساسية سنة ١٩٥٩ عمل رائع مشير يتنـاول على وجـه الخصوص البنية المنطقية والاختبارية للنظريات العلمية بدرجة متقدمة إلى حد ما .

١٣ — ريشنباخ : فلسفـة المـكان والزمـان — نيويورك — منشورات دوفر سنة ١٩٥٨ . استقصاء فني دقيق لطبيعة المـكان والزمان فى ضوء نظرية النسـبية العامة والخاصة .

١٤ — شيفلر : تشريح البحـث العـلمى — نيويورك — القرد نوف سنة ١٩٦٣ . دراسة تحليلية متقدمة لتصورات التفسـيرات ، البنية الأمبريقيـة ، التأييد .

١٥ — تولمن : فلسفة العلم — لندن — مـكتبة جامعـة هاتشـون سنة ١٩٥٣ . كتاب أولى يتناول مايختص بطبيعة القوانين والنظريات والحتمية العلمية .

(ج) أعمال ثانوية فى العلوم الطبيعية :

المعرفة المحدودة بالعلم وتاريخه أمر مرغوب فيه لدراسة المشكلات فى فلسفة العلم. مثل هذه المعرفة أمر لا يمكن الاستغناء عنه فى الدراسات المتقدمة فى هذا المجال الكتابان التاليان يقدمان وصفا مختصرا للعلم الفيزيقى وليس مجرد تعميمات مع التأكيد على الأفكار والمناهج الأساسية لتطورها التاريخى.

١٦ — هولتون ورولر : أسس العلم الفيزيائى المعاصر — شركة أديسون ويزلى ماساشوتس سنة ١٩٥٨ .

١٧ — روجرز : الفزياء للعقل الباحث — برنستون — مطبعة جامعة برنستون سنة ١٩٦٠ .

التعليق والنقد

يقدم المؤلف منذ البداية تصنيفا ثنائيا جديدا للعلوم مخالفا لذلك التصنيف الثلاثى المتعارف عليه (مجموعة العلوم الرياضية والطبيعية والانسانية) . يقسم العلوم إلى مجموعتين فحسب هما :

مجموعـة العلوم الامبريقية ومجموعـة العلوم اللاامبريقية Empirical and nonemprical يرى أن الفارق بين المجموعتين يعود إلى البينة الامبريقية . تقديمها شرط ضرورى فى المجموعة الأولى . إذ هى المحك لقبولها أو رفضها . وليس الأمر كذلك فى المجموعة الثانية يضم المؤلف فى المجموعة الأولى العلوم الطبيعية والاجتماعية ويقصر المجموعة الثانية على المنطق والرياضة حيث لاتصبح ثمة حاجة لبينة امبريقية . وكأن الفارق بين علوم المجموعتين فارق بين علم تطبيقى وعلم تجريدى بحت .

إن الامبريقية [1] فى الفهم الحديث مذهب فى الفلسفة يقصر المعرفة على المدركات الحسية وحدها إذ العقل كاللوحة البيضاء والمدركات الحسية تطبع على هذه اللوحة ماتشاء ، المذهب قديم قدم الفلسفة . ولـكنه عاد إلى الظهور عند جون لوك (١٧٠٤) [2] وجون ديوى (١٩٥٢) الامبريقية أيضا مذهب

---

(١) أحمد زكى : مواقف حاسمة فى تاريخ العلم ص ٩٦ طبعة القاهرة بدون تاريخ .

(٢) Titus (Harold) : Living issuesin phiiosophy p. 278 4 th ed : Dellhi 1968.

فى الطب مؤداه أن يحسن الطبيب ملاحظة مايرى من ظواهر الصحة والمرض وأن يجمع كل مايستطيع عن ذلك . إن الطب لاينال بالتفكير النظرى . إن الطبيب الامبريقى هو الذى يأخذ الطب بالمشاهدة لا بالدراسة والتجربة . إن الامبريقية فى مقابـــل التجربة فهى تعنى مايكتسب من مشاهدات وملاحظات. أما التجربة فهى التى تنظم عمدا لامتحان شىء ما يخرج من فروض العلم ونظريته. ولكن ماهو الفارق بين القضايا الامبريقية والقضايا التجريبية؟ إن العلاقة بين هذين [1] المعنيين هى علاقة العام بالخاص. فالقضايا الامبريقية أعم من القضايا التجريبية . القضايا التجريبية فئة من القضايا الامبريقية . كل قضية تجريبية هى قضية امبريقية وليس العكس صحيحا . إن القضية التجريبية هى القضية التى تشير المتغيرات فيها إلى أشياء تشاهد مباشرة أو على نحو شبه مباشر . فقانون الانكسار مثلا قانون تجريبى لأنه يبحث عن علاقة ثابتة بين زاويتين معينتين هما زاويتا السقوط والانكسار ويمكن قياس كل منهما قياسا مباشرا وكذلك الحال فى قانون بويل (١٦٩١) يبحث فى علاقة ثابتة بين حجم الغاز وضغطه ويمكن قياسهما على نحو مباشر. أما القضايا الامبريقية فليست بالضرورة كذلك . والمثال على ذلك قانون الجاذبية القائل بأن هناك قوة جاذبة بين أجزاء المادة تتوقف على كتلة هذه

---

(1) Jorgensen, Jorden. The development of logical empiricism. Chicago : u. of Chicago press 1951 (International Encyclopedia of unified Science Vol. II No. 9).

الأجزاء والمسافة الواقعة بينهما . إن هذا القانون يحوى مفهوم الكتلة والمسافة والقوة. الكتلة والمسافة يمكن قياسهما مباشرة. أما القوة فشىء لا يمكن أن نقيسه على نحو مباشر . إن هذه القضية الامبريقية تتصل بالتجربة على نحو غير مباشر . إنها لا تنفصل عن التجربة كلية فهى تقبل ضمن قضايا العلم بناء على اتفاقها مع التجربة . إن بالامكان استنباط قضايا تجريبية من قضايا امبريقية نتحقق من صدقها على نحو مباشر عن طريقة التجربة إن[1] المؤلف يضع الاهداف الأساسية للبحث العلمى موضع الاعتبار ويناقش طرق تحقيق هذه الأهداف وكيف السبيل إلى تحصيل المعرفة العلمية وكيف يفسر العلم الوقائع الامبريقية . وفى هذا الصدد تلزم التفرقة بين مفهومى[2] مناهج البحث ونظرية المعرفة لاشتراكهما فى مناقشة سبل تحصيل المعرفة وحدودها. البحث فى المناهج يتخذ الطريقة التى يسلكها العلماء للسير فى بحوثهم موضوعا له وطرق البحث تختلف باختلاف موضوعات البحث أما نظرية المعرفة فبحث فى طبيعة المعرفة ومصدرها وحدودها ونقدها .

بعد هذه الالماحة يبدأ المؤلف[3] حديثه عن البحث العلمى بتحديد معنيى

(١) Hempel (carl) : philosophy of natural Science p. 2

(٢) موى (بول) : المنطق وفلسفة العلوم ج ١ ص ٥٧ طبعة القاهرة سنة ١٩٦١ — الترجمة العربية

(٣) Hempel (carl) : philosophy of natural Science p. 3

الاختراع والاختبار مستعينا بمثال من تاريخ العلم يأخذه من الدراسة التى أجراها الطبيب المجرى اجناز سيملويز فى مستشفى فيينا العام خلال السنوات التى امتدت من سنة ١٨٤٤ إلى سنة ١٨٤٨ لمرض النفاس .

لاحظ سيملويز أن النساء اللائى كن يضمن مواليدهن فى القسم الأول يصبن بهذا المرض المميت. وقد تراوح معدل الوفاة بين ٨ر٢٪ ، ٨ر٦٪ ، ٤ر١١٪ خلال سنوات البحث فى حين أن معدل الوفاة لنفس السنوات فى القسم الثانى تراوح بين ٣ر٢٪ ، ٢٪ ، ٧ر٢٪ .

يصف سيملويز فى كتابه الذى ألفه أخيراً عن أسباب حمى النفاس وطرق الوقاية منها جهوده لحل هذه المشكلة التى استعصت على الحل لفترة طويلة . ذكر سيملويز أنه اختبر الظنون الشائعة عن فروق فى الرعاية أو التغذية بين المرضى فى القسمين ولم يجد ذلك صحيحاً . واختبر كذلك الرأى القائل بالتغيرات الجوية والتأثيرات الوبائية ولم تتضح صحته لعدم تفشى المرض خارج المستشفى ولأنه كان وقفاً على القسم الأول وحده دون القسم الثانى لم يدخر سيملويز جهداً فى اختبار الظنون التى بدت معقولة أو غير معقولة فى ذلك الحين . ومع ذلك ما كان يتأدى إلى نتائج سلبية . وفى سنة ١٨٤٧ حدثت حادثة عارضة قدمت الحل للمشكلة . فقد أصيب زميله كولتشكا بجرح غائر فى إصبعه من مبضع طالب كان يجرى عليه اختباراً تشريحيـاً ظهرت عليه أثناءه الأعراض المرضية التى لاحظها سيملويز فى ضحايا حمى النفاس وبالفعل أدت المـادة السامة التى أدخلهـا مبضع الطالب فى مجرى دم

كولتشكا إلى وفاته . إن ضحايا حمى النفاس ماتوا بسبب هذا النوع من تسمم الدم. إن الأطباء وطلبة الطب كانوا يحملون هذه المادة السامة لانتقالهم من حجرة التشريح مباشرة إلى عنابر الولادة . إن القضاء على هذه المادة السامة يؤدى لا محالة إلى تقليل معدل الوفاة . وهذا ما حدث بالفعل . إذ أصدر أمراً إلى الهيئة الطبية يتضمن ضرورة غسل أيديهم بمحلول الجير المنقى بالكلور قبل القيام بفحوصهم الطبية . أسفر هذا الأمر عن نتائج إيجابية . إن اختبار الفرض من الفروض يكون أحيانا بإجراء مباشر وأحيانا بإجراء غير مباشر(١) إذا ما أظهرت التجربة بطلان اللزوم الاختبارى لزم إطراح الفرض. كذب النتيجة دليل على كذب إحدى المقدمات. وصدق النتيجة ليس دليلا على صدق الفرض(٢) . الكذب يصعد من النتائج الى المقدمات . والصدق ينزل من المقدمات إلى النتائج . هذا المثال الذى ساقه المؤلف يكشف عن الارتباط القائم بين تاريخ العلم وفلسفة العلم فهذان النوعان من المسائل التاريخية والفلسفية مرتبطان أوثق الارتباط. وكثيراً ما نستشهد على صدق قضايانا المنطقية والفلسفية بأمور تاريخية . ويسوق المؤلف مثالا آخر من تاريخ العلم كان معروفا قبل جاليليو (١٦٤٢) إن المضخة الماصة لا ترفع الماء لأكثر من ٣٤ قدما لم ينجح جاليليو فى تقديم تفسير مقنع لهذه

---

(1) Hempel (carl) : philosophy of natural Science p. 10

(2) Popper (Karl) ; The open Society and its enemy p. 247 London Routledge 1945.

الظاهرة . من بعده حاول تلميـــذه تورشيللى[1] (١٦٤٧) ذلك التفسير افترض أن الأرض محاطة ببحر من الهواء وأن الهواء يمارس ضغطا على سطح البحر . لكى يتحقق تورشيللى من صحة هذا الفرض أجرى التجربة على عمود من الزئبق طوله أقل من ½ ٢ قدماً (حيث أن كثافة الزئبق قدر كثافة الماء ١٤ مرة تقريبا) مستخدما فى ذلك البارومتر الزئبقى . وتحقق تورشيللى من صحة ما زعم وأيدته بعد ذلك تجارب باسكال (١٦٦٢) وبريبه (١٦٤٨). إن المشكلة من المشكلات نضعها فى صورة فرض من الفروض نختبر صحته عن طريق التجربة. يتساءل المؤلف[2] عن كيفية التوصل إلى الفروض المناسبة كإجابات تجريبية . يناقش المؤلف فى هذا الصدد طبيعة الاستدلال الاستقرائى والاستدلال الاستنباطى محاولا من خلال هذه المناقشة التوصل إلى إجابة لسؤاله يضعها فى معنى واحد هو الاختراع . الاختراع فى نظره وليد الخيال المبدع وإذا كانت مراحل البحث الاستقرائية :

١ — ملاحظة وتدوينا للوقائع . ٢ — تحليلا وتصنيفاً للوقائع .

٣ — استخلاصاً للتعميمات منها . ٤ — اختباراً للتعميمات .

فإن المؤلف يتساءل عن أخصب أجزاء المنهج العلمى أى دور الفرض فى هذه المراحل الأربع .

---

(١) موى (بول) : المنطق وفلسفة العلوم ص ١٧١
أحمد زكى : مواقف حاسمة فى تاريخ العلم ص ١١٧

(2) Hempel (Carl) : Philosophy of natural Science p. 12

فى المرحلة الأولى مثلا هل يتطلب الأمر فرضاً موجهاً لنافى جمع المعطيات
الشاهدات والتجارب ! وإذا لم يكن الأمر كذلك فهل بالمقدور جمع
وقائع اللامتناهية العدد !

يرى المؤلف أن المطلوب هو جمع الوقائع المناسبة للإجابات التجريبية
من المشكلة موضع البحث . تلك الإجابات يضمرها الباحث فى صورة
ان أو تخمين أو فرض . إن الباحث يحاول بعد ذلك التأكد من صدقه أو
كذبه بالنظر فى التجارب التى أجراها والتى يمكن أن يجريها بعد ذلك .
ان هذا الفرض الذى يرد على ذهن الباحث قد لا يتصوره إلا بعد إجراء
لتجارب وإن لم يكن ذلك ضرورياً فى كل الأحوال .

إن ورود الفرض على ذهن الباحث بعد إجراء التجارب لا يعنى أن
لتجربة سابقة على الفرض سبقاً منطقيا أو معرفياً. فالتجارب التى أجراها
لباحث قبل تصور الفرض كانت قد أملاها عليه ووجهه فى إملائها فرض
سابق . إننا فى أى مرحلة[1] من مراحل البحث العلمى يكون فى أذهاننا
رض يوجهنا فى تجاربنا فى هذه المرحلة . وهذا الفرض قد لا نصرح به
قد لا نكون على وعى تام به، ولكنه موجود دائما وأثره موجود دائما
يا نقوم به من تجارب . وليس معنى سبق الفرض أنه باق فى أذهاننا إلى
نهاية البحث . فنحن نعدل هذه الفروض وواجبنا أن نعدلها فى ضوء ما يستجد

---

(١) بوبر (كارل): عقم المذهب التاريخى ص ١٦٣ من الترجمة العربية طبعة الإسكندرية

من تجـــارب . ولـكن وجود الفرض أولا ضرورى كى نستطيع أن نصف هذه التجارب بصفة العلمية لأن التجارب التى لا توجهها فروض لا يصح أن نسميها تجارب علمية .

يصل المؤلف[1] إلى رأى يقول إن الانتقـال من المعطى إلى النظرية يحتاج إلى خيـال مبدع . فالفروض والنظريـات لا تستخلص من الوقـائع الملاحظة ولـكن تخترع لتفسيرها . وهذا الاختراع وليد العبقرية وخاصة إذا تضمن انفصالا جذريا من ضروب التفـكير السائدة . والمثال على ذلك النظرية النسبية والنظرية الـكمية . إن الـمكتشفات العلمية لم تـكن وليدة قاعدة علمية ومثالنا على ذلك الصيغة الرياضية لبنية جزىء البنزين للعالم الكيميائى كيكوليه(١٨٩٥)وقوانين حركات الكواكب والأفلاك لـكبلر. تحصيل المعرفة العلمية — فى نظر المؤلف — يتم عن طريق منهج الفروض كاجابات تجريبية لمشكلة قيد البحث ثم إخضاع هذه الفروض للاختبار كثيرا ما توضع الفروض فى صورة قضايا شرطية (لزومية) تفيد اللزومات الاختبـــارية لفرض من الفروض. إنه فى ظل ظروف معينة تحدث نتائج معينة . إن إحداث تغير معين فى المتغير المستقل يتبعه لا محالة تغير فى المتغير التابع . الـكثير من الفروض العلمية يعبر عنه بألفاظ كية وهنا يستخدم التجريب experimentation كمنهج للاكتشاف لتحديد الصورة الرياضية

---

(1) Hempel (Carl) Philosophy of natural Science p. 17.

الخاصة بتبعية المتغير التابع للمتغير المستقل . إن الاحتفاظ بثبات العوامل المؤثرة على الظاهرة قيد البحث عدا واحدا منها يصبح ذا معنى فى حالة استخدام التجريب منهجا للاكتشاف. يناقش المؤلف[١] العلاقة بين الفرض وقضاياه اللزومية . من الممكن أن نستخلص من الفرض قضـــايا لزومية اختبارية . إن لدينا فرضا عاما وفرضا أقل عموما أى لدينا قضايا كلية وقضايا متوسطة وقضايا جزئية. عادة ما يبدأ اختبار[٢] النسق من الانساق من قضاياه الجزئية. ومع ذلك صدق هذه القضايا ليس دليلا على صدق القضايا الكلية والمتوسطة التى يبدأ منها النسق. أما صدق القضايا الكلية والمتوسطة فيؤدى حتما إلى صدق القضايا الجزئية و كذب القضايا الجزئية دليل على كذب القضايا الكلية والمتوسطة .

يتساءل المؤلف[٣] عما إذا كانت هنـاك اختبارات حاسمـة تفصل بين الفروض المتنـافسة كما هو الحـال فى الفرضين : الموجى والجسيمى الخـاصين بطبيعة الضوء ؟ يذكر المؤلف أن ثمـة محـاولات أجراها فوكيه (١٩٠٥) ولينـارد (١٩٠٣) لاتخاذ قرار بين التصورين المتنـافسين . ولـكن التجربة الحاسمة لا يمكن أن تدحض أحد الفرضين وتبقى على الآخر . إنهـا قد ترجح أحد الفرضين باعتباره لا يفى بالمطلوب وقد تعير الآخر تأييداً بدرجة أكبر

Hempel (Carl) : Philosodhy of natural Science P. 19. (1)

(٢) بوبر (كارل) : عقم المذهب التاريخى ص ١٦٠ ه

Hempel (Carl) : Philosophy of natural Science P· 22. (3)

أو أقل . ونتيجة لذلك تمارس تأثيراً حاسماً على اتجاه التنظير والتجريب التاليين . وهكذا استقر فى الأذهان أن التجربة الحاسمة مستحيلة فى العلم . وإن كانت تجربة فوكيه وليفارد حاسمة بدرجة أقل . هذا ما يراه العلم الحديث خلافا لبيكون[1] الذى رأى أن الشاهد الفاصل نوع حاسم من التجريب يتيح لنا أن نختار بين فرضين لأننا قد تصورنا التجربة وأجريناها بحيث إذا صح أحد الفرضين أصبحت قيمتها مختلفة عنها كل الاختلاف إذا صح الفرض الآخر بل تصبح مضادة لها .

إن الفرض المقبول علميا هو ذلك الفرض الذى نستطيع أن نستدل على صدقه . والاستدلال على صدق الفرض من الفروض يكون عن طريق البينات المستقلة التى تشهد بصدقه . أما الفرض العينى Adhoehypothesis فهو ذلك الفرض الذى لم تقم عليه بينة مستقلة ولا تشهد بصدقه بينة مستقلة فهو فرض مصطنع يزيد من كمية معارفنا جاء ليخرجنا من إشكال معين والمثال على ذلك النتيجة السلبية لتجربة ميشلسون ومورلى (١٩٣١ـ ١٩٢٣) وهما العالمان الأمريكان اللذان قاما بتجربة لتعيين سرعة لجريان الأرض فى الأثير بحساب مقدار ما تتأثر به سرعة الضوء من سرعة الأرض . أسفرت التجربة عن نتيجة قائلة بأن سرعة الأرض ليس لها تأثير على سرعة الضوء خلافا لما كان منتظراً من إجراء التجربة . وهنا حاول بعض العلماء إنقاذ

(١) موى (بول) : المنطق وفلسفة العلوم ص ١٨٧

فرض الأثير بمحاولة تفسير هذه النتيجة السلبية بأن الأجسام تنكمش فى اتجاه حركة الأرض ومعنى هذا أن الجهاز المستخدم فى التجربة هو الذى انكمش فى اتجاه حركة الأرض وهو اتجاه أحد الشعاعين الضوئيين، وبسبب هذا الانكماش وصل الشعاعان الضوئيان فى وقت واحد تقريبا . يعرف هذا الفرض باسم فرض فيتز جيرالد[1] . وقد اعترض عليه المنطقى الفرنسى هنرى بوانكاريه (١٩١٢) بقوله إن هذا الفرض ليس لهما يؤيده غير النتيجة السلبية لتجربة ميشلسون ومورلى ولو لم تكن هذه النتيجة السلبية لما كانت بنا حاجة إلى القول بهذا الفرض . ومعنى هذا أن فرض الانكماش فرض عينى جاء ليفسر ظاهرة أو واقعة بعينها وليس له ما يؤيده سواها . يقدم المؤلف[2] مثالا آخر من تاريخ العلم لفرض عينى هو الفرض المساعد القائل بأن كره الطبيعة للفراغ يتناقص مع زيادة الارتفاع . وكذلك الفرض القائل بأن الزئبق فى البارومتر كان قائما فى مكانه بواسطة «الحبل السرى» خيط غير مرئى يعلق بواسطته . هذان الفرضان جاءا لإنقاذ الفرض الأصلى القائل بأن الطبيعة تكره الفراغ . هذا الفرض هدمته بينة بيريه فى تجربته التى أجراها أعلى جبل پاى دى دوم أى من ارتفاع ٤٨٠٠ قدم فوق سطح البحر .

يذكر المؤلف أنه ليس ممكنا أن نرسم خطا فاصلا بين الفروض

---

(١) موى (بول) : المنطق وفلسفة العلوم ص ٢٩٩

(2) Hempl (Carl) : Philosophy of natural Science P. 28.

والنظريات التى تقبل الاختبار وتلك التى لا تقبله . ولكن القوة التفسيرية للفروض والنظريات وما يترتب عليها من بينات هى التى تفصل بين الفروض العلمية والفروض غير العلمية . إن المحتوى الامبريقى هام فى الفرض العلمى إذ يجعله قابلا للاختبار من حيث المبدأ وبحيث تترتب لزومات اختبارية معينة. وذلك لأن الفرض يختبر عن طريق اللزومات الاختبارية هذه . إن النتائج إذا اتفقت مع الفرض لم تكن دليلا على صدقه . إنما تأييداً له بدرجة من الدرجات قد تزيد أو تنقص بزيادة الشواهد الإيجابية ونقصانها . ومع ذلك إن شاهداً معارضا واحدا يكذب الفرض أو النظرية . إن تأييد الفرض لا يعتمد على كم البينة فحسب بل على تنوعها: كلما كان التنوع أعظم كلما كان التأييد أكبر. ولذلك تكرار التجربة يفيد فى درجات التأييد . إن تنوع البينة يساعد على إيجاد الشاهد المعارض وقابلية النظرية للتكذيب هى التى تمنحها صفه العلمية . إننا فى الاختبار[1] العلمى نحاول دائما تحقيق الظروف التى يمكن أن تكذب فيها النظرية. أى أننا فى الاختبار نقوم بمحاولات صادقة لتكذيب النظرية المفترضة وقد يبدو فى هذا ما يخالف طبيعة العلم . إذ يقال أن غاية العلم هى تأييد النظريات . ولذلك يرى كارل بوبر أن محاولاتنا لتكذيب الفروض والنظريات لا تتنافى مع الغاية التى يهدف إليها العلم . فنحن بواسطة التكذيب نحذف أى نستبعد القضايا الكاذبة

---

(١) بوبر (كارل) عقم المذهب التاريخى ص ١٦٣

أى غير الصالحة ونستبقى القضايا التى تثبت على محك الاختبار. وهذه وحدها التى ينبغى أن يهتم بها العلم .

يرى بوبر[1] أن القضايا العلمية لايجب وصفها بأنها القضايا التى يمكن تأييدها بل القضايا التى يمكن تكذيبها . وذلك لأن أية نظرية نختارها يمكن القول بأن التجربة تؤيدها على نحو من الأنحاء ولكن ليس هذا دليلا كافيا لاعتبارها من النظريات العلمية . وذلك لأننـــــا نستطيع أن نتخيل نظريات تفسر كل ما يحدث أيا كان ما يحدث . ولكن النظرية التى تفسر كل شيء لاتفسر شيئا .

إن من المرغوب فيه بالنسبة للفروض العلمية أن تؤيدها بينات جديدة ووقائع لم تكن معروفة قبلا هى ما نسميه البينات المستقلة . إن البينة دليل على صدق الفرض أو النظرية . والاستقلال يعنى استقلالا عن النظريات الجارية أو المعارف المتحصلة . وذلك كظاهرة المدو الجزر بالنسبة لنظرية نيوتن فى الجاذبية إنها بينة مستقلة . إنهـــــا الظاهرة التى تفسرها نظرية الجاذبية ولم تكن تقصد إلى تفسيرها ولم تفسرها نظريتا جاليليو وكبلر فى سقوط الأجسام وحركات الكواكب والأجرام السماوية . وهذا مايجعل القوة التفسيرية لنظرية من النظريات الجديدة أكبر من القوة التفسيرية للنظريات السابقة .

Popper (Karl) : The Logic of Scientific discovery P. 142. (1)

إن التأييد لفرض من الفروض أو نظرية من النظريات قد لا يكون وفقا على لزوماته الاختبارية بل قد يعتمد على فروض ونظريات أكثر شمولا أى قواها التفسيرية أكبر . وذلك كقانون سقوط الأجسام القائل بأن الجسم اذا سقط من أعلى دون أن يعوقه عائق لمدة ثانية واحدة فإنه يقطع مسافة قدرها ١٦ قدما٢ واذا سقط لمدة ٢ ثانية فانه يقطع مسافة قدرها ٦٤ قدما٢ وإذا سقط لمدة ٣ ثوان فإنه يقطع مسافة قدرها ١٤٤ قدما٢

إن بنية هذا القانون لست وقفا على اختبار المسافة التى يقطعها الجسم فى فترة زمنية معينة لأنه لم تجر تجارب فوق سطح القمر وانما يتأيد القانون نظريا لأنه ينتج استنباطيا من قوانين نيوتن فى الحركة والجاذبية. ولذلك يرى المؤلف(١) أن الفرض من الفروض إذا كان متفقا بنتائجه مع المعارف القائمة كان أفضل مما لو تعارض معها . وهذا لا يعنى حماية النظريات المقبولة من الدحض إذا توافرت بينات مخالفة لها . فالعلم لا يهتم بالدفـــاع عن تصورات أثيرة ضد بينات مخالفة . إن الفرض المؤسس تأسيسا جيداً يطرح إذا توافرت لدينا بدائل أكثر اقناعا وإرضاءا . فالفرض الجيد حقا والذى يصمد فى كل الأحوال صعب المنال .

يناقش المؤلف قضية هامة لم تزل قيد البحث هى قضية البساطة(٢) فى الفروض العلمية إن الفرض الأبسط هو الأكثر قبولا من بين فرضين متنافسين .

---

(1) Hempel (Carl) : Philosophy of natural Science P. 38.

(2) Ibid : Philosophy of natural Science P. 40.

ولكن ماذا نعنى بالبساطة ؟ هل الفرض الأبسط هو الفرض ذو المحتوى الامبريقى الأكبر أو الأكثر قابلية للاختبار ؟

يرى كارل بوبر[1] أن القضايا البسيطة تخبرنا بقدر أكثر لأن محتواها الامبريقى أكبر ولأن قابليتها للاختبار أفضل . إن الفرض الأبسط هو الأكثر استعدادا للتكذيب .

لا يوافق المؤلف[2] على هذا الرأى ويرى أن المحتوى الأكبر ليس بالتأكيد مرتبطا بالبساطة الأكثر. إن نظرية نيوتن فى الجاذبية قد ينظر إليها على أنها أبسط من مجموعة من القوانين التى لا علاقة لها بالنطاق المحدود الذى تتضمنه النظرية . ليس ميسورا تقرير محكات واضحة للبساطة تبرر الأفضلية المعطاة للفروض الأبسط .

لقد شغلت هذه المسألة فكر المناطقة والفلاسفة فى السنوات الأخيرة وتم احراز بعض النتائج ولكن لم يتم التوصل بعد إلى قرار حاسم.ومع ذلك من الملاحظ أن بعض الفروض تحوز الاجماع على أنها الأكثر بساطة . إن مسألة تبرير البساطة مسألة معقدة . إذ ما الذى يدعونا إلى اتباع مبدأ البساطة ولماذا يكون الفرض الأبسط أكثر قبولا مما عداه ؟

إن العلم[3] يتجه نحو التبسيط أى نحو ضم النظريات بعضها إلى بعض فى

Popper (Karl) : The logic of Scientific discovery P. 142. (1)
Hempel (Carl) : Philosophy of natural Science P. 44. (2)
Titus (Harold) : Living issues in Philosophy P. 89. (3)

عدد أقل فأقل من النظريات . وفى هذا الاتجاه تبسيط وتعميم فى نفس الوقت . لقد توصل ماكسويل (١٨٧٩) إلى نظرية موحدة تفسر ظواهر الضوء والكهرباء والمغناطيسية . وكان أينشتين يأمل فى العثور على نظرية تجمع بين نظرية ماكسويل من ناحية ونظريته النسبية من ناحية أخرى وأطلق على هذه النظرية اسم المجال الموحد . وقد قام اينشتين بمحاولات فى هذا المجال لم تكن موفقة فى أول الأمر ثم نشرت له بعد وفاته محاولات مازالت موضع نظر العلماء .

يتساءل المؤلف[1] عما إذا كان ممكنا التعبير عن الثقة فى فرض من الفروض بلغة كمية ؟

يجيب المؤلف[2] بأن النتائج التى تفضى إليها الفروض غالبا ما يعبر عنها بصيغة احتمالية . ولكن هل التصور الكمى يفى بالمبادىء الأساسية لنظرية الاحتمالات ؟ إن الثقة فى الفرض قد تكون عددا حقيقيا ليس بأقل من الصفر ولا أكثر من الواحد . وما بينهما احتمال من الاحتمالات . إن احتمالية الفرض بالنسبة إلى المعلومات المتاحة يمكن التعبير عنها كميا بلغة الاحتمال .

إن الغاية من وضع الفروض هى تفسير ظواهر العالم الفيزيقى للتحكم فى سيرها فى الحاضر والتنبؤ بوقوعها فى المستقبل . ولذلك كثيرا ما نجد فى

Hempel (Carl) : Philosophy of natural Science P. 44. (1)
Ibid : Philosophy of natural Science P. 45. (2)

العلوم الطبيعية تساؤلات بكيف ولماذا كيف حدث الحادثة ولماذا كانت على هذا النحو . اذن التفسير غايته أن يشرح كيفية ولماذا حدثت أشياء معينة . يحتوى التفسير[1] على نوعين من المقدمات أى يتركب من مجموعتين من القضايا المجموعة الأولى تتألف من قضايا كلية والثانية من قضايا مخصوصة تسمى الشروط الأولية . ومن هاتين المجموعتين من القضايا نستنتج قضية مخصوصة نسميها النتيجة . فاذا رمزنا للقضايا الكلية بالرمز « ك » وللقضايا المخصوصة بالرمز «ش » وللنتيجة بالرمز«ن» كانت صورة التفسير العلمى الذى يبين علة الحادث الذى نسأل عنه هى«كش ن»

فى هذه الحالة نسمى« ن » موضوع التفسير أى الشيء الذى نطلب تفسيره explicandim أى الشيء المفسر ويقابلها كلمة explicans أى الشيء المفسر اذا كانت القضية المخصوصة « ن » تصف حادثا معلوما نطلب تفسيره فمعنى ذلك أننا نطلب معرفة القضايا « ك » أو القضايا « ش » أو القضايا « ك ، ش » معا . إن التفسير من التفسيرات يمكن النظر إليه باعتباره برهانا استنباطيا نتيجته القضية المفسرة ومقدماته القضايا المفسرة . إننا فى حالة التفسير نسلم بالنتيجة ونطلب قضايا المقدمات . إننا قد ينبغى أن نكشف نظرية جديدة أى مجموعة من القوانين للقضايا الكلية . إن التفسير يتطلب الوفاء بأمرين هما : قابلية الفرض للتفسير وقابليته للاختبار .

---

(١) بوبر (كارل) : عقم المذهب التاريخى ص ١٦١ .

يرى المؤلف[1] أن القوانين عادة ماتصاغ فى صورة قضايا كلية ولكن ذلك لايعنى أن القضايا الكلية يمكن النظر إليها بوصفها قوانين . فكثيرا ما توضع التعميمات العرضية فى صورة القضايا الكلية ومع ذلك ليست قوانين بأى حال من الأحوال .

والسؤال[2] الآن ما الذى يميز القوانين الأساسية من التعميمات العرضية

يذكر المؤلف[3] أن الجدال مازال دائرا بخصوص هذه القضية. ومع ذلك يستخدم القانون كأساس لتفسير من التفسيرات حيث لا يمكن أن يستخدم التعميم العرضى . ويستخدم القانون كذلك لتأييد القضايا الشرطية المخالفة للواقع بصرف النظر عن إمكانية حدوثها · وليس التعميم كذلك .

يرى المؤلف[4] أن القوانين ليست جميعها استنباطية يقينية كما هو الحال فى العلوم الرياضية. فهناك أيضا القوانين الاحتمالية حيث لاتتضمن القضايا المفسرة explicans القضايا المفسرة explicandim. فمن الممكن أن تكون القضايا الأولى صادقة والقضايا الأخيرة كاذبة· إن القضايا الأولى تتضمن القضايا الأخيرة بيقين على أو باحتمالية عالية خلافا للقوانين الاستنباطية حيث تتضمن المقدمات النتائج . صدق الأولى يؤدى إلى صدق الأخير حتما ·

---

(1) Hempel (Carl) : Philosophy of natural Science P. 54.

(2) Runder (Richard) : Philosophy of Social Science p. 32.

(3) Ibid : Philosophy of Social Science p. 54.

(4) Hempel (Carl) Philosophy of natural Science P. 59

الاحتمال المنطقى هو علاقة منطقية كمية بين قضايا معينة . إن البينة هى التى تجعل الفرض مؤيدا أو محتملا أما الاحتمال الاحصائى فهو علاقة كمية بين أنواع معينة عن الحادثات . ثمة نوع من الحاصل النتائج ونوع معين من التجربة العشوائية يمثل التكرار النسبى الذى به تميل النتيجة إلى الحدوث فى حالة تكرار التجربة ما للتصورين من خصائص مشتركة هو خصائصهما الرياضية . فكلاهما يستوفى المبادىء الأساسية لنظرية الاحتمالات الرياضية حيث القيم العددية لكلا الاحتمالين مداهما من الصفر إلى الواحد وحيث احتمال حدوث نتيجة من النتائج هو مجموعة الاحتمالات للنتيجة مأخوذة على انفرادها . إن النتيجة تتوقع عن طريق التكرار النسبى كلما تكرر إجراء التجربة . يمكن اختبار الفروض العلمية فى صورة القضايا الاحتمالية بفحص التكرارات النسبية الطويلة المدى للنتائج التى تعنى بها. تأييد هذه الفروض يكمن فى الاتفاق بين الاحتمال الفرضى والتكرار الملاحظ . إن الفرض الاحتمالى لا يتضمن أية لزومات اختبارية ولذلك القرب من النتيجة الافتراضية لا يؤيد الفرض ولا البعد عنهـــا يبطله . ومع ذلك تزداد درجة الاحتمال الاختبارية وتقل بزيادة عدد الشواهد وقلتها. إن الفروض الاحتمالية تقبل وترفض على أساس البينة الاحصائية وحدها ومع ذلك يلزم تحديد

(١) انحرافات التكررات الملاحظة عن الاحتمال الذى يقرره الفرض . تلك الانحرفات يمكن أن تتخذ أساسا لرفض الفرض

(ب) مدى الاتفاق بين التكرارات الملاحظة والاحتمال الافتراضى يمكن أن يتخذ أساسا لقبول الفرض. ومع ذلك ليس ميسورا تحديد هذين المطلبين على وجه الدقة لأن ذلك يتوقف على سياق البحث والأهداف المنشودة منه . فاطراح الفرض بالرغم من كونه صادقا وقبوله بالرغم من كونه كاذبا يؤدى إلى نتائج بالغة الأهمية من الناحية العملية .

يقدم المؤلف[1] مثالا لذلك مصل جيد لتطعيم الأطفال. يترتب على طراح الفرض رغم كونه صادقا اتلاف المصل أو تعديله أو التوقف عن الاستمرار فى تصنيعه .

ثمة مشكلات معقدة فى ذلك السياق يتناولها الرياضيون فى نظرياتهم الاحصائية والرياضية التى تمت فى السنوات الأخيرة كنظرية الاختيارات والقرارات الاحصائية على أساس النظرية الرياضية للاحتمالات والاحصاءات.

لا يرى المؤلف[2] فارقا بين القوانين الاستنباطية والقوانين الاحتمالية من حيث قوتها التفسيرية والتنبؤية فالاثنان يتضمنان قضايا شرطية افتراضية مخالفة للواقع. الأولى تقوم بعمل تصنيف استنباطى تحت قوانين ذات صورة كلية والأخيرة تقوم بعمل تصنيف استقرائى تحت قوانين ذات صورة احتمالية

Hempel (Carl) : Philosophy of natural Science p. 76 (1)
Ibid : Philosophy of natural Science P. 70. (2)

لا يجد المؤلف[1] فارقا بين القوانين والنظريات فالنظريات تقدم عندما تكشف دراسة مجموعة من الظواهر عن نسق من الاطرادات يمكن التعبير عنها فى صورة قوانين امبريقية - إن العلاقات بين الظواهر هى التى نسميها قوانين أو نظريات . إن تفسير الاطراد من الاطرادات هو فهم للظاهرة موضع البحث . إن الظاهرة من الظواهر تحكمها قوانين بواسطتها تفسر النظرية الاطراد القائم أو تتنبأ باطراد جديد . ولا يختلف التفسير[2] عن التنبؤ إذ الصورة المنطقية لكليهما تكاد تكون واحدة . والاختلاف الوحيد بينهما هو اختلاف موقفنا نحن من هـــذه الصورة المنطقية فالتنبؤ ربط للأسباب بمسبباتها فى المستقبل بناءاً على ارتباطها فى الماضى . ومعناه أن يحدد الباحث حدوث الظاهرة فى المستقبل فى تأكد وثقة طبقاً لحدوثها فى الماضى . إن التنبؤ العلمى يحتوى على نفس المقدمات التى يتكون منها التفسير . إننا فى حالة التنبؤ نطبق نظرية علمية معلومة لنا من قبل . إننا فى حالة التنبؤ نفترض القضايا « ك » ثم نحقق بالفعل القضايا « ش » كى نتبين ما إذا كانت النتيجة التى نتنبأ بها مطابقة للنتيجة المتحققة بالفعل. يقدم المؤلف نماذج ممثلة من النسقين البطلى والكوبرنيقى لبنية الكون ونظريتى نيوتن وهايجنز فى طبيعة الضوء .

إن صياغة النظرية من النظريات تتطلب ما نسميه المبادىء الداخلية

---

(1) Ibid (Carl) : Philosophy of natural Science P. 71.

(٢) بوبر (كارل):عقم المذهب التاريخى ص ١٦٣ من الترجمة العربية طبعة الإسكندرية

والمبادىء المحدودية[1] . فالمبادىء الداخلية هى مجموعة القوانين والمبادىء النظرية التى تستعين بها النظرية . والمبادىء المحدودية تكشف عن الروابط بين الظاهرة من الظواهر والقوانين التى تحكم سيرها فى الحاضر وتتنبأ به فى المستقبل . المثال على ذلك قانون جراهام لانتشار الغازات .

تتضمن المبادىء النظرية السمة العشوائية للحركات الجزيئية والقوانين الداخلية التى تحكمها وتتضمن المبادىء المحدودية الفرض القائل بأن معدل الانتشار — وهو خاصية للغاز ميكروسكوبية منظورة — تتناسب مع متوسط سرعة الجزئيات . وكذلك قانون بويل للعلاقة بين حجم الغاز وضغطه يتضمن نفس المبادىء النظرية المحدودية .

إن المبادى المحدودية[2] تربط أحيانا بين ماهو مفترض نظريا وما يمكن ملاحظته أو قياسه بدرجة مباشرة . وليس الأمر كذلك فى كل الأحوال . والمثال على ذلك نموذج بوهر (١٩٦١) لذرة الأيدروجين المؤلفة من نواة موجبة وألكترون من حولها فى سلسلة من المدارات الممكنة يربط هذا الانموذج بين الافتراضات النظرية والأطوال الموجية التى لا يمكن قياسها على نحو مباشر . إن المبادىء المحدودية هى التى تحدد للنظريات قوتها التفسيرية وقابليتها للاختبار وهما المطلبان اللذان يستوفيهما تفسير أية ظاهرة من الظواهر .

---

(1) Hempel (Carl) : Philosophy of natural Science P. 72.

(2) Ibid : Philosophy of Social Science p. 72.

إن المبادىء الحدودية تساعد على الانتقال من مصطلحات مفترضة قبلا إلى مصطلحات قائمة فعلا وبذلك تتوفر للمبادىء الداخلية القضايا اللزومية التي تختبر وبذلك يستوفى مطلب القابلية للاختبار .

إن النظرية الجيدة[1] فى مجال البحث العلمى هى التى تقدم تفسيرا متسقا لظواهر متباينة وتقدم الاطرادات الامبريقية المختلفة كتجليات لمجموعة واحدة مشتركة من القوانين الأساسية . وذلك ما فعلته نظرية نيوتن فى الجاذبية ونظرية أينشتين فى النسبية .

عادة ما تبين النظرية من النظريات أن مجال التطبيق محدود . فالنظرية النيوتونية تكشف عن أن قوانين كبلر لحركات الكواكب تصدق على نحو تقريبى . إن القانون[2] الأول من قوانين كبلر القائل بأن فلك كل سيار قطع ناقص الشمس فى إحدى بؤرتيه . إن هذا القانون يقول بأن الكواكب السيارة تتحرك فى مدارات إهليلجية . فهل يمكن التسليم بهذا القانون إذا كنا نقبل النظرية النيوتونية ؟ الجواب على ذلك يجب أن يكون بالسلب وذلك أن نظرية نيوتن تقضى بوجود تجاذب لا بين الكواكب السيارة التى يتحتم أن تسير فى مدارات إهليلجية بتأثير انجذابها نحو الشمس. ولكن بين الكواكب بعضها والبعض مما يؤدى إلى خروج الكواكب

---

(1) Hempel (Carl) : Philosophy of natural Science P. 75.

(٢) موى (بول) : المنطق وفلسفة العلوم ص ٣٠٥

السيارة أحيانا عن مدارها الإهليلجى شيئاً ما ثم تعود إليه . ومثل هذا الخروج على قوانين كبلر هو ما يعرف فى علم الفلك باسم الاضطرابات .

إذن من وجهة النظر النيوتونية لا يمكن القول بأن قوانين كبلر صادقة على وجه الدقة ومعنى ذلك أن هنالك تناقضا بالمعنى الدقيق بين نظرية نيوتن ونظرية كبلر (١٦٣٠) ومثل هذا يصدق على العلاقة بين قوانين جاليليو وكبلر ونيوتن[١] . وكذلك توجد هذه العلاقة عينها بين نظرية نيوتن ونظرية أينشتين .

إن المعادلات الرياضية التى نخرج بها من نظرية أينشتين تختلف عن المعادلات الرياضية التى نخرج بها من نظرية نيوتن . ومعنى هذا أن هناك تناقضا بين نظريتى نيوتن وأينشتين . إن الفارق بين النظريتين ليس فارقا كبيراً . إنما هو فارق بسيط قد يتعذر الكشف عنه تجريبياً فى بعض الحالات . فمثلا الفارق بين نظريتى أينشتين ونيوتن لا يتبين إلا إذا كانت تجاربنا تتعلق بأشياء تقترب سرعتها من سرعة الضوء . أما فى حالة السرعات الصغيرة لا نستطيع أن نكشف بواسطة التجربة عن الفارق بين وجهتى النظر ومعنى هذا أننا من الناحية العملية نستطيع تطبيق نظرية من النظريات السابقة فى بعض الحالات . ولكن من الناحية المنطقية[٢] لا بد من القول

---

(١) موى (بول) : المنطق وفلسفة العلوم ص ٣٠٥

(٢) بوبر (كارل) : عقم المذهب التاريخى ص ١٦١

بوجود تناقض لا مخرج لنا منه . إن وجود هـذا الفـارق بين نظرية سابقة ونظرية لاحقة يعتبر بينة مستقلة على صدق النظرية اللاحقة .

يرى المؤلف[1] أنه لا يكفي أن يقف التفسير عند حد الملاحظ . بل ينبغي أن يتجاوزه إلى ما لا يلاحظ . وهذا ما فعلته العلوم الطبيعية إذ لم تقف عند حد الظواهر الامبريقية المألوفة بل تجاوزتها إلى ما يكمن وراءها وخلفها من بناءات وقوى وعمليات كامنة باعتبار أنها المكونات الحقيقية للعالم ، تلك التي ينبغي تفسيرها . يذكر المؤلف أن بعض العلماء والفلاسفة أنكروا وجود الكيانات المفترضة واعتبروها مجرد خيالات مخترعة ببراعة كافية لتقديم تفسيرات وتنبؤات مريحة بسيطة من الناحية الصورية لما هو ملاحظ ومشاهد .

يعرض المؤلف[2] لوجهة نظر المنكرين في قولهم إن النظرية الجديدة تحتاج إلى تصورات جديدة معرفة تعريفا واضحا . وهذا أمر يصعب بلوغه في كثير من الأحيان . إن المبادىء لمثل هذه النظرية ليست قضايا تترتب عليها لزومات اختبارية ومن ثم ليست صادقة أو كاذبة ولذلك كثيرا ما تلجأ مثل هذه النظريات إلى جهاز رمزي لصياغة الاستدلالات واستنتاج النتائج التي كثيرا ما تكون رمزية هي الأخرى . ولكن إذا لم يتوفر التعريف التام لمعاني المصطلحات هل يكفي التحديد الجزئي للمعنى ؟

---

(1) Hempl (Carl) : Philosophy of natural Science P. 80.

(2) Hempel (carl) : philosophy of natural Science p. 81

فى نطاق هذه الحدود يمكن استخدام المصطلح بشكل دقيق وموضوعى وبذلك لا يصبح الافتقار إلى التعريفات التامة مبرراً لتصور الكيانات المفترضة . وكذلك عندما تقوم نظريتان متنافستان بتفسير فئة من الظواهر يلزم أن نسلم بوجود الكيانات المفترضة فى النظرية المقابلة إذا سلمنا بوجودها فى إحداها وإن لم يصرح منطوق النظرية بذلك . وذلك كالنظرية الجسيمية لنيوتن والموجية لهايجنز . إذا كانت إحداها تسلم بوجود الأثير وهو ما لا يمكن ملاحظته أو قياسه لزم التسليم بوجوده فى النظرية الأخرى المقابلة . ومع ذلك إن للنظريتين البصريتين قضايا لزومية يمكن اختبارها بواسطتها إن تجربة حاسمة كتلك التى أجراها فوكيه وليناردلم تؤد إلى طرح إحدى النظريتين والإبقاء على الأخرى .

يهدف البحث[1] العلمى إلى تقديم تفسير متسق ومنهجى للوقائع فى خبرتنا الحسية ومن ثم لا بد وأن تشير افتراضاتها التفسيرية إلى كيانات لها على الأقل وقائع بالقوة . والفروض والنظريات التى تذهب إلى أبعد من ذلك أى إلى ما وراء خبرتنا لا تمثل وقائع العالم الفيزيقى .

يرى المؤلف[2] أن العلم على هذا النحو يحصر نفسه فى نطاق الواقع . وبذلك يصعب التوصل إلى قوانين تفسيرية عامة ودقيقة فتلك القوانين تصاغ كليا بلغة الكيانات المفترضة . ويمكن أن تختبر وتؤيد كفروض

Rudner (Richard) : Philosophy of Social Science p. 68. (1)
Hempel (Carl) Philosophy of natural Science p. 82. (2)

موضوعة لتفسير أشياء العام الفيزيقى . إن من التعسف رفض الكيانات النظرية باعتبارها خيالية. إن تحديد طابع شيء من الأشياء يحتسب بما وراء الأشياء الملاحظة وعندئذ يكون من التعسف تجريد الأشياء من صفاتها . إنه يتعين علينا قبول أشياء تلاحظ ميكروسكوبيا . ولذلك قسمة الأشياء إلى فزيائية واقعية وكيانات نظرية خيالية أمر متعسف إلى حد كبير .

يعرض المؤلف[1] لوجهة نظر قائلة بأن التفسيرات العلمية ترد غير المألوف من الظواهر إلى المألوف من القوانين والنظريات: وقد يكون ذلك صحيحا فى بعض الأحيان وذلك كالمماثلات القائمة بين انتشار الموجات الضوئية وانتشار الموجات المائية. يرى المؤلف أن هذا الرأى يتضمن القول بأن المألوف من الظواهر ليس بحاجة إلى التفسير العلمى . وليس ذلك صحيحا . فالعلم يسعى لتفسير الظواهر المألوفة ولكن ذلك لا يعنى أن العلم يهدف إلى عدم الاتفاق مع القوانين والنظريات المتعارف عليها. أصدق الأمثلة على ذلك النظرية النسبية لأينشتين ورد المألوف إليها ونظرية الكوانتم وإقلاعها عن التصور العلى . ومع ذلك أحيانا ما يرد المألوف إلى غير المألوف وأحيانا ما يرد غير المألوف إلى المألوف . فهكذا التفسير العلمى دائما[2] .

يخصص المؤلف[3] فصلا من كتابه لصياغة التصورات . إن تحديد

Ibid : Philosophy of natural Science d. 83. (1)
Rander (Richard) : Philosophy of Social Science p. 47. (2)
Hempel (Carl) Philosophy of natural Science P. 85 (3)

المصطلحات ومعانيها التى ترد لما يوليه المؤلف اهتمامه . وذلك لـكى تصبح القضايا المستخدمة فى نطاق البحث العلمى قابلة للتفسير والتنبؤ والإختبار . إن ثمة منهجا يتبع فى تحديد المصطلحات ومعانيها . فالتعريف[1] الواحد يقدم لتحقيق غرض من الأغراض فقد يكون تقريرا أو وصفا للمعنى الجارى استخدامه . ومن ثم يقال لها التعريفات الواصفة أو المصورة descriptive or figurativ وقد يـكون تخصيصا لمعانى يضيفها عليها واضع التعريف وفى هذه الحالة قدلا تـكون المصطلحات او الرموز جديدة كل الجدة ولـكنها جديدة فى السياق الذى تقدم فيه ، ومن ثم يقال لها التعريفات الاصطلاحية Stipulative وأحيانا التعريفات الاسمية nominal أو اللفظية Verbal . تستخدم فى مجال العلوم كاتفاقات أو مواضعات تعادل بين شيئين ربما كانا فى الأصل غير متعادلين . التعريف الوصفى تعريف تحليلى يحدد مدى التطبيق أو الماصدق للمصطلح أكثر من تحديده لمعناه ومضمونه . فهو يجعل الذهن يدرك المعنى بواسطة انشاء يقوم به ابتداءا من عناصر معروفة قبلا . أما التعريف الاصطلاحى فهو مجرد اقتراح قد يقبل وقد يرفض ولذلك لا يتصف بالصدق أو الـكذب . إنما يتصف بكونه ملائما أوغير ملائم كما يرى هنرى بوانـكاريه . يحذر المؤلف من استخدام الدور فى التعريف . فالتعريف الدائرى هو الذى يظهر فيه المعرف definiendum فى المعرف definiens . وبذلك لن يؤدى التعريف الغرض منه وهو شرح المعرف .

---

(1) Salmon W. : Logic p. 89.

يقسم المؤلف[1] المصطلحات المستخدمة فى النظريات العلمية إلى فئتين هما فئة المصطلحات المفترضه والمصطلحات المفترضة قبلا أى القضية التفسيرية. ففى الرياضيات[2] مثلاتمين بوضوح قائمةالحدود الأولية التى لاتقبل التعريف وتستخدم كأساس للتعريف أى لتعريف ماعداها من الحدود داخل النسق الأكسيوماتى .

يشير المؤلف[3] فى هذا الصدد إلى التعريف المعجمى بقوله إن للمعرف معنى سابقا على المعنى الذى يقدمه التعريف ولذلك يكون التعريف صادقا أو كاذبا تبعا لاتفاق التعريف مع هذا المعنى أو عدم اتفاقه . إن التعريف المعجمى يصدق أو يكذب بالنسبة للاستخدام الواقعى للفظة . فاذا استخدمت اللفظة بالمعنى المراد كانت صادقة وإلا كانت كاذبة

هناك نوع من التعريف يخصص له المؤلف[4] فصلا من فصول كتابه يسميه التعريف الاجرائى نسبة إلى المدرسة الاجرائية لمؤسسها برد جمان (١٩٦١) . إن الفكرة الرئيسية لهذه المدرسة تكمن فى أن معانى المصطلحات العلمية تتحدد بالاشارة إلى إجراءات اختبارية محددة تستخدم كمحك للاستخدام . إن التعريف الاجرائى لا يخرج عن كونه إجراءا معينا لتحديد

---

(1) Hempel (carl) : philosophy of natural Science p. 87

(2) Barker S. : Philosophy of mathematics p. 22.

(3) Hempel (Carl) : Philosophy of natural Science P. 88.

(4) Ibid : Philosophy of natural Science P. 89.

القيمة المديدة لكمية معينة فى حالة معينة . فهو أشبه بقواعد القياس .

تصر المدرسة[1] الاجرائية على المحكات الاجرائية لتأمين قابلية الاختبار الموضوعية للقضايا العلمية وذلك يشترط اختبار هذه المحكات اختباراً صحيحا مما يجعل الفرض حقيقية قابلا للاختبار العلمى . فليس بالامكان – على سبيل المثال – اختبار الفرض القائل بأن الجذب الجاذبى يعزى إلى انجذاب طبيعى كامن لأنه لم تتوفر محكات اجرائية لتصوير الانجذاب الطبيعى الكامن .

إن المدرسة الاجرائية كانت ذات أثر بالغ فى العلوم الاجتماعية وبالذات فى علم النفس حيث أمكن التحقق من كل تصور بالرجوع إلى التجربة كما حدث فى اختبار رورشاخ لبقع الحبر وستانفورد بينيه للذكاء حيث تتوقف نتائج الاختبارات على الاستجابات التى تبديها الموضوعات التى اختبرت .

إن نزعة الاجرائيين أنصار التحقيق التجريبى يمكن أن تعد تطورا للنزعة الإمبريقية[2] التى تأخذ بأن كل معرفة لابد وأن يكون مصدرها الأصلى التجربة . ولكن مغالاة أنصار هذه النزعة أدت بهم إلى حجب الأوجه النظرية المنهجية للتصورات العلمية فالنظريات ترتبط بالتجارب بوجه عام ولكن لا يلزم أن يكون كل تصورقا بلا للتحقيق التجريبى وأن يكون كل حكم قابلا للفحص . فالنظريات تصاغ فى إطار نظرى مجرد لا فى إطار تجريبى

Titus (Harold) : Living issues in Philosophy P. 266. (1)
Tit*s (Harold) Lilviug issue sin phibsophy p. 278. (2)

وبقدر ما يكون للنظرية من نتائج وبقدر ما تتحقق بصددها التنبؤات لا يعيننا ما بداخلها من تصورات لا سبيل إلى اختبارها تجريبيا. وفى هذا الصدد يقول اينشتين[1] رداعلى بردجمان « لكى نستطيع النظر إلى سياق منطقى على أنه نظرية فيزيقية ليس من الضرورى أن تكون جميع تصوراته خاضعة للتفسير والاختبار بطريقة تجريبية فالواقع أن هذا لم يحدث إطلاقا فى أية نظرية ولا يمكن أبدا أن يحدث فلكى يكون فى مستطاعنا النظر إلى نظرية على أنها فيزيقية يلزم أن تتضمن أو تشتمل على تأكيدات يمكن فحصها فحصا تجريبيا بوجه عام ».

يعتقد أنصار التحقيق التجريبى أن معانى المصطلحات العلمية تتحدد تحديدا تاما بتعريفاتها الاجرائية. اذ التصور فى نظرهم معادل لاجراءاتهم. وبذلك يتحدد معنى المصطلح داخل نطاق العملية الاجرائية وحدها .

يرى المؤلف[2] أن أحد الأغراض الأساسية للعلم هو تحقيق التفسير الموحد المتسق للظواهر الامبريقية فالاتساق العلمى يتطلب إقامة علاقات بواسطة القوانين والنظريات بين الأوجه المختلفة للعالم الامبريقى، تلك الأوجه التى تتسم بالتصورات العلمية . تقوم تلك التصورات داخل سلسلة من العلاقات النسقية التى تصوغها القوانين والنظريات. إن البساطة بمعنى الاقتصاد فى استخدام المصطلحات العلمية هو أحد السمات الهامة للنظرية العلمية الجيدة

---

(1) Titus (Harold) · Living issues in Phibsophy p. 327.

(2) Hempel (carl) : philosophy of natural Science p. 91

إن القاعدة الإجرائية تدعو إلى الاكثار من المصطلحات العلمية . والاعتبارات الخاصة بالمحتوى النسقي تعارض ذلك بشدة . قد تؤسس القوانين والنظريات العلمية على المعطيات التي نحصل عليها بواسطة المحكات الاجرائية المتخذة أساسا ولكنها لن توافق تلك المعطيات . فالإعتبارات[1] الخاصة بالبساطة المنهجية (النسقية) تلعب دورها في اختيار الفروض العلمية . ومن ثم ينظر إلى القوانين والنظريات المقبولة على أساس المحكات الاجرائية وحدها على أنها تهتم فقط بالمحتوى الإمبريقي . وليس هو المطلب الوحيد اذ المحتوى النسقي مطلب أخر لا يقل عنه أهمية . فالتفسير الامبريقي للتصورات قد يتغير من أجل القوة النسقية لشبكة العلاقات النظرية التي تربط بين الظواهر والقوانين. إن القضية من القضايا ينظر إليها في السياق النسقي للفروض والنظريات حيث يراد لها أن تقوم بوظيفتها . أن نفحص اللزومات الاختبارية التي تنشأ في هذا الصدد وبذلك . نستطيع أن نميز الفروض ذات المعنى من تلك الفروض التي يقال إنها عديمة المعنى .

يرى المؤلف[2] أنه يتعين علينا أن نرفض الفكرة القائلة بأن المصطلح العلمي مرادف لمجموعة الاجراءات لأنه عادة ما تكون هناك محكات بديلة للتطبيق بالنسبة لمصطلح من المصطلحات وهذه المحكات قائمة على مجموعة من الإجراءات مخالفة . ولكي نفهم المعنى الذي يأخذه المصطلح ونستخدمه

Ibid .: Philosophy of natural Science P. 93. (1)
Hempel (Carl) : Philosophy of natural Science P. 95. (2)

استخداماً صحيحاً يتعين علينا أن نتبين دوره المنهجى (النسقى) .

إن القضايا التفسيرية التى تزودنا بمحكات للتطبيق بالنسبة المصطلحات العلمية كثيراً ما تربط الوظيفة الاصطلاحية للتعريف بالوظيفة الوضعية للتعميم الامبريقى، فانه يصدر عن قضايا تلك المحكات أنه حيث تكون الاجراءات الاختبارية قابلة للتطبيق تنتج الاجراءات نفس النتائج .

إن المصطلحات الخاصة بنظرية من النظريات لا يمكن النظر إليها باعتبار أنها تتضمن عدداً محدوداً من المحكات الاجرائية أو القضايا التفسيرية . فالقضايا التفسيرية تحدد طرق اختبار القضايا التى تحوى المصطلح . تلك القضايا التى تنتج لزومات اختبارية أى قضايا تختبر . يرى المؤلف[1] أن اللزومات الاختبارية التى بواسطتها تختبر القضايا التى تتضمن المصطلحات الخاصة بنظرية من النظريات تحددها المبادىء الحدودية للنظرية. تلك المبادىء التى تربط بين النظرية والظواهر الامبريقية .

يناقش المؤلف[2] قضية رد علم البيولوجيا إلى علمى الفيزياء والكيمياء . تلك القضية التى يتبناها أصحاب المذهب الآلى . إنكار هذه الدعوى يشار إليه على أنه قضية الحكم الذاتى للبيولوجيا أى رد قضايا هذا العلم إلى تصورات ومبادىء العلم ذاته . فالمذهب الحيوى الجديد يؤكد سلطة البيان

---

(1) Ibid : Philosophy of natural Science p. 99.

(2) Ibid ; Philosophy of natural Science p. 101.

الذاتى Self evidence للبيولوجيا . ويعرض لذلك قوله بأن الخصائص المعينة للأنساق البيولوجية يمكن أن تفسر عن طريق القوى الحيوية وحدها وذلك لاختلافها عن الأنساق الفيزيائية والكيميائية الخالصة تلك التى يدعيها أصحاب المذهب الآلى فى نواحى جوهرية . إن التعريفات فى مجال البيولوجيا تصبح تعريفات وصفية عند أصحاب المذهب الآلى وتحليلية عند أصحاب المذهب الحيوى الجديد. التعريفات[1] الوصفية عامة تعريفات ماصدقية . أما التعريفات التحليلية فعادة ما تكون تعريفات مفهومية. إن التعريف الوصفى لا يتطلب أن يكون المعرف definiens نفس المضمون أو المعنى للمعرف definiendum وإنما نفس الماصدق . ولذلك يشترط لاستخلاص القوانين البيولوجية من القوانين الفيزيوكيميائية أن تكون ثمة رابطة تربط بين مظاهر فيزيوكيميائية لظاهرة من الظواهر بمظاهر بيولوجية معينة لنفس الظاهرة . القضية الرابطة قد تأخذ صورة القانون أو النظرية . يقرر مثل هذا القانون أن توافر سمات فيزيوكيميائية معينة شرط ضرورى وكاف لتوافر خاصية بيولوجية معينة . قد تعبر القوانين عن شروط ضرورية وليست كافية وقد تعبر عن شروط كافية وليست ضرورية ولذلك لزم الجمع بين الأمرين .

يرى المؤلف[2] أن القوانين والنظريات الفيزيوكيميائية القائمة فى الوقت

---

(1) Salmon w. : Logic : c p. 91.
(2) Hempel (Crl) : Philosophy of Natural Science p. 102

الحالى لا تكفى لرد مثيلاتها فى علم البيولوجيا إليها . ومع ذلك لا زال البحث مستمراً والجدال دائراً بخصوص رد البيولوجيا إلى الفيزياء والكيمياء فأصحاب المذهب الآلى يرون أن المزيد من البحث العلمى يؤدى إلى تحقيق هذه الغاية .

يحذر المؤلف[1] من التفاؤل الذى يبديه أصحاب المذهب الآلى وفى رأيه أنه من خلال البحث المستقل قد يصبح الخط الفاصل بين البيولوجيا والفيزياء والكيمياء مطموساً شأنه فى ذلك شأن ما صار إليه الخط الفاصل بين الفيزياء والكيمياء فى الوقت الحالى .

قد تصاغ القوانين والنظريات المستحدثة فى نوع مستحدث من المصطلحات بحيث تقوم المصطلحات بوظيفتها فى النظريات الشاملة التى تقدم تفسيراً لكل الظواهر المسماة الآن بالبيولوجية وتلك المسماة بالفيزيائية والكيميائية . وبذلك تفقد فكرة رد البيولوجيا إلى الفيزياء والكيمياء معناها ولكن هذا النجاح لم يتم إحرازه بعد .

لقد أثيرت أيضا مسألة القابلية للرد بالنسبة لعلم النفس وذلك لأن الظواهر السيكلوجية هى فى الأساس ظواهر بيولوجية أو فريائية كيميائية فى طابعها فالمصطلحات والقوانين الخاصة بعلم النفس يمكن أن ترد إلى المصطلحات والقوانين الخاصة بعلوم الحياة والفزياء والكيمياء إن . رد المصطلح

Ibid : Philosophy of Natural Science p. 103. (1)

السيكلوجى إلى مصطلح فى علم من العلوم الثلاثة المذكورة يتطلب تحديدا للشروط الضرورية والكافية لحدوث الحالات السيكلوجية التى يقوم المصطلح مقامها . وبالنسبة لعلم النفس تتوفر الروابط المعبرة عن هذه الشروط فى المؤشرات البيولوجية والفزيائية والكيميائية الهامة بالنسبة للحالات والأحداث السيكولوجية . ومع أنه يمكن النظر إلى هذه المؤشرات كتعريفات إجرائية إلا أنها لاتحدد هذه الشروط الضرورية والكافية .

وبالمثل تسعى المدرسة[1] السلوكية إلى رد مجال القول بصدد الظواهر السيكلوجية إلى مجال القول بصدد الظواهر السلوكية . ترى أن المصطلحات السيكلوجية لا بدوأن تتوفر لها محكات سلوكية تطبيقية وأن الفروض والنظريات السيكلوجية تختبر عن طريق اللزومات الاختبارية المتعلقة بالسلوك الملاحظ عيانا . ولذلك ترفض منهج الاستبطان الذاتى ولاتقبل الظواهر السيكلوجية الخاصة كمعطيات سلوكية عامة .

إن المصطلحات السيكلوجية وإن كانت تشير جهارا إلى حالات سيكلوجيه معينة — إلا أنه ينظر إليها كمظهر من مظاهر السلوك العام . ومع ذلك لم يكشف السلوكيون عن الارتباط التام بين الحالات السيكلوجية والمظاهر السلوكية بوجه عام ولم يهتموا بالسؤال عن كيفية تأثير الحالات السكلوجية على السلوك الكائن وأنماطه الخفية . إن المصطلح السلوكي الخالص قد يتضمن

Hempel (Carl) : Philosophy of natural Science P. 106. (1)

مصطلحات بيولوجية وفزيائية وكيميائية ولذلك يصعب التعبير عن الحالات السيكلوجية بالمصطلح السلوكى وحده .

إن من الأفضل[1] رد المصطلحات السيكلوجية لمصطلحات سيكلوجية بالأخرى . لأن ردها إلى مصطلحات سلوكية أمر ممكن كذلك .

يتساءل المؤلف[2] عن إمكانية رد علم النفس إلى علم وظائف الأعضاء وخاصة علم وظائف الجهاز العصبى يرى المؤلف أن ذلك ليس ببعيد . وبالامكان كذلك رد العلوم الاجتماعية إلى مذهب الفردية المنهجية[3] بحث توصف وتحلل وتفسر الظواهر الاجتماعية بلغة مواقف الأشخاص للفردية وبالاشارة إلى القوانين والنظريات السلوكية . ولذلك ينظر إلى مذهب الفردية المنهجية على أنه يتضمن قابلية الرد للمصطلحات والقوانين الخاصة بالعلوم الاجتماعية إلى تلك المصطلحات الخاصة بعلم نفس الفرد وعلم الأحياء والفزياء والكيمياء . إن هذه المسألة تدخل فى نساق فلسفة العلوم الاجتماعية أوردها المؤلف[4] كمثال للمجانسات المنطقية والمنهجية القائمة بين العلوم الطبيعية والاجتماعية أى فى مجال العلوم الامبريقية . حقا التزم المؤلف بما ذكر فى مقدمة كتابه من أنه يقدم الملامحات لبعض الموضوعات الرئيسية فى مناهج البحث المعاصرة

---

(1) Rundor (Richard) : Philosophy of Social Science p. 34.

(2) Hempel (Carl) Philosophy of natural Science p. 107.

(٣) بوبر (كارل) : عقم المذهب التاريخى ص ١٦٠

(4) Hempel (Carl) Philosophy of natural Science P. 109

وفلسفة العلم الطبيعى فتناول بالفعل عددا محددا من الموضوعات التى لم تزل قيد البحث فسلط عليها أضواءا تاركا للباحثين مهمة التعرف بأنفسهم على المجالات المشكلة فى فلسفة العلم. ومع ذلك جاءت معالجته للبعض من الموضوعات التى تناولها مستفيضة بما لا يدع مجالا لاضافة حقيقية من بعده. ولذلك صح أن نقول عن هذا البحث إنه متميز بالأصالة وأن مؤلفه من أهم المشتغلين بفلسفة العلوم من الأحياء. ومع ذلك لا يخلو البحث من صعوبات جمة حاولنا من أجلها.

رقم الإيداع بدار الكتب
١٩٧٦ / ٤٦٥٢

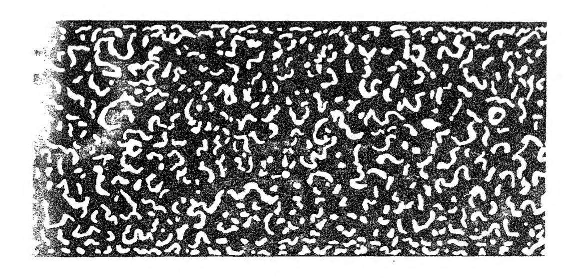
مطبعة دار نشر الثقافة
[illegible]
ت ٩١٦٠٢٦



PHILOSOPHY Of The NATURAL SCIENCES

By

CARL HAMPEL



TRANSLATED INTO ARABIC WITH NOTES

By

Dr. JALAL MOUSA
Lecturer Of Philosophy
Faculty Of Arts - Al - Minia


Bibliotheca Alexandrina
0546657

DAR AL - KITAB AL - MASRI
P. O. BOX. 156 CAIRO

DAR AL - KITAB ALLUBNAN
P. O. BOX. 3176 BEIRUT